Blackout!
Vorbereitung auf einen europaweiten Strom- und Infrastrukturausfall
Was tun, wenn nichts mehr geht?

Herbert Saurugg, MSc
kontakt@saurugg.net
www.saurugg.net
1120 Wien



Risikoeinschätzungen zu möglichen großflächigen und länger andauernden Strom- und Infrastrukturausfällen

Auswertung von Studien und Behördenberichten

www.saurugg.net

Juli 2017

Vorwort

Die vorliegende Publikation (http://www.saurugg.net/Risikoeinschaetzungen) fast Aussagen aus unterschiedlichen Studien und von Behörden zum Thema „Blackout/Krisenmanagement bei einem Blackout“ zusammen. Aktuelle Meldungen und Analysen finden Sie unter http://www.saurugg.net/category/blog.

Wien, Juli 2017

Herbert Saurugg, MSc
Experte für die Vorbereitung auf den
Ausfall lebenswichtiger Infrastrukturen
kontakt@saurugg.net

Versionen:

08.08.14: Kapazitäten der Bevölkerung zur Bewältigung hinzugefügt
09.08.14: Pflegeeinrichtungen bei einem langanhaltenden Stromausfall
22.08.14: Sensibilisierungsvideo für die Schweizer Bevölkerung
19.01.15: Deutscher Bundestag - Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2014; Sicherheitsverbundsübung 2014, Schweiz; Studie „Resilien-Tech“, mehrere Aktualisierungen
16.02.15: Ergänzung um „Black Sky“ vom World Economic Forum
08.04.15: Ergänzung „Die Rolle der Bevölkerung in der Ernährungsnotfallvorsorge“ und „Studie des deutschen Bundestages: Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften durch Stromausfall“
01.07.15: Ergänzung Risikobericht 2015, Schweiz
16.08.15: Ergänzung Medikamentenversorgung bei Stromausfall in Berlin, Energy blackouts and water outages, The insurance implications of a cyber attack on the US power grid
16.12.15: Umfassendere Ergänzungen / Überarbeitungen
25.01.16: Ergänzung „Global Claims Review 2015: Business Interruption In Focus“, Allianz Global Corporate & Specialty
01.03.17: Überarbeitung und Ergänzung: US-Projekt SPIDERS; Studie: Zuverlässigkeits- und sicherheitsorientierte Auslegung und Betriebsführung elektrischer Netze/Dauer eines Netzwiederaufbaus in Österreich; Pressemitteilung Deutsch-Französischen-Schweizerischen Oberrheinkonferenz (ORK) zum Thema „Blackout - grossflächiger grenzüberschreitender Stromausfall“ ; Aussage des deutschen Bundesinnenministers 08/2016; Schweizer Verteidigungsminister 01/2017; Meldung Wirtschaftskammer Oberösterreich (WKOÖ)
09.07.17: Studie „Digitaler Stillstand“, „Das Energiesystem resilient gestalten“ und „Die Versorgungsdienstleistungen einer Intensivstation während eines Blackouts“ hinzugefügt

Inhaltsverzeichnis

1 Executive Summary

In den vergangenen Jahren häufen sich Meldungen zur steigenden Gefahr von Blackouts (Großstörung im europäischen Stromversorgungssystem). Dabei werden durchaus unterschiedliche politische oder wirtschaftliche Interessen ins Spiel gebracht, was in Folge zu gegenseitigen Anschuldigungen der Übertreibung bzw. der Verharmlosung führt. Daher fasst diese Analyse Aussagen aus unterschiedlichen Behörden- und Forschungseinrichtungsquellen zusammen. Bei der Betrachtung sind zwei wesentliche Aspekte zu unterscheiden. Der eine betrifft die Wahrscheinlichkeit bzw. die Gefahr und der zweite, wie gut wir als Gesellschaft auf ein solches Szenario vorbereitet wären.

1.1 Wahrscheinlichkeit

Im klassischen Risikomanagement spielt die Wahrscheinlichkeit[1] des Eintritts eines Risikos eine wesentliche Rolle, vor allem, wenn es um eine konkrete Risikominimierung geht. Die ausgewerteten Quellen lassen keine eindeutige Wahrscheinlichkeitsaussage ableiten, wenngleich von der Zunahme der Wahrscheinlichkeit gesprochen wird.

Zum anderen sprechen wir hier von einem systemischen Risiko[2]:

Systemisches Risiko bezeichnet die Möglichkeit, dass ein katastrophales Ereignis die lebenswichtigen Systeme, auf denen unsere Gesellschaft beruht, in Mitleidenschaft zieht. Wir sprechen von einem systemischen Risiko, wenn nicht nur derjenige, der das Risiko übernommen hat, im schlimmsten Fall zu Schaden kommt, sondern auch die meisten anderen, die im selben Umfeld oder in einem funktional davon abhängigen Umfeld tätig sind. Das Risiko verhält sich hier wie ein Krankheitserreger. Er steckt auch die an, die von ihrer Konstitution her eigentlich gesund und widerstandsfähig sind. Systemische Risiken zeichnen sich durch vier Merkmale aus: Sie haben globale Auswirkungen, sie sind mit vielen anderen Funktionsbereichen vernetzt, sie sind durch stochastische[3] und nichtlineare Kausalketten gekennzeichnet und sie werden häufig im gesellschaftlichen Diskurs unterbewertet.[4]

So etwa ist eine rein nationale Betrachtung des Themas unzureichend, da es sich um ein europäisches Stromverbundsystem handelt, das nur im Ganzen funktioniert. Und hier gab es in den vergangenen Jahren massive einseitige Eingriffe, die das systemische Risiko erheblich erhöht haben.[5] Mitte August 2015 wurde in Deutschland berichtet, dass man alleine für das Jahr 2015 Kosten von bis zu 500 Millionen Euro für zwingend erforderliche Netzeingriffe (Redispatching) erwartet.[6] Diese Einschätzung wurde bis Dezember 2015 bereits auf 600 Millionen Euro erhöht.[7] Tatsächlich waren es dann über eine Milliarde Euro.

1 Siehe auch http://www.saurugg.net/strom-blackout/wahrscheinlichkeit-eines-blackouts [16.12.15].
2 Vgl. auch http://www.saurugg.net/vernetzung-komplexitaet/systemische-risiken [28.02.17].
3 „zufällige“
4 Renn, Ortwin: *Das Risikoparadox/Warum wir uns vor dem Falschen fürchten*. Frankfurt am Main: Fischer Verlag, 2014
5 Vgl. Blogbeiträge „Wer ist Schuld?“ unter URL: http://www.saurugg.net/?s=Wer+ist+Schuld [16.12.15].
6 Vgl. Blogbeitrag „Hitzewelle kostet Stromverbraucher viele Millionen“ unter URL: http://www.saurugg.net/?p=3058 [16.12.15].
7 Siehe unter http://www.saurugg.net/2015/blog/stromversorgung/stromnetze-an-der-belastungsgrenze.

Die Kosten für Interventionen zur Stabilisierung des Stromnetzes (Redispatch, Intraday-Stop) betrugen in Österreich 2011 rund 2 Millionen, 2013: ~13 Millionen, 2014: ~22 Millionen , 2015: ~200 Millionen Euro und 2016 ~150 Millionen Euro.[8]

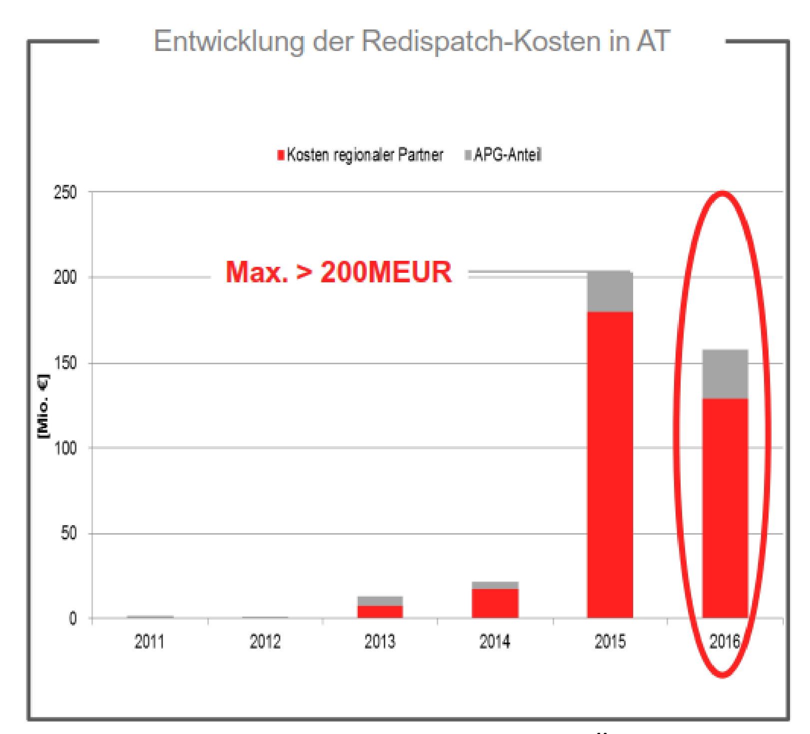


Abbildung 1: Kostenentwicklung bei den Netzeingriffen in Österreich; Quelle: APG

Im ersten Halbjahr 2017 waren die Kosten für die Netzeingriffe bereits so hoch, wie im gesamten Jahr 2016.[9]

Einen weiteren Indikator stellt der deutsche Übertragungsnetzbetreiber 50-Hertz im ostdeutschen Raum zur Verfügung. Während 2014 gem. §13.1 EnWG 2.556 GWh bzw. gem. §13.2 EnWG 267 GWh für netzstabilisierende Maßnahmen erforderlich waren, waren es 2015 8.998 bzw. 1.331 GWh. 2016 gab es wetterbedingte Rückgänge auf 6.319 bzw. 701 GWh[10] [11]

Zur Beseitigung einer Störung oder einer Gefährdung der Versorgungssicherheit werden netz- oder marktbezogene Maßnahmen wie zum Beispiel Redispatch und Countertrading ergriffen (§13.1 EnWG). Reichen diese Maßnahmen nicht aus, so müssen weitergehende Maßnahmen ergriffen werden, um die Gefährdung oder Störung der Systemsicherheit zu vermeiden oder zu beseitigen. Der Netzbetreiber ist dann berechtigt und verpflichtet Stromeinspeisungen (regenerativ und konventionell), Stromabnahmen (Lastabwurf) und Stromtransite anzupassen (§13.2 EnWG).

8 Vgl. https://eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at_pages/events/iewt/iewt2017/html//files/extra/PR_Christiner_Gerhard.pdf [28.02.17].
9 Vgl. https://science.apa.at/dossier/E-Wirtschaft_will_Aufschub_fuer_Smart-Meter-Rollout/SCI_20170703_SCI75854347636924454 [04.07.17]
10 Siehe unter http://www.50hertz.com/Netzlast/Karte/index.html [28.02.17].
11 Zum Vergleich: Das Flusskraftwerk Wien Freudenau schafft eine Jahresproduktion von rund 1.000 GWh.

Der Verband der europäischen Übertragungsnetzbetreiber ENTSO-E kam in seinem Untersuchungsbericht zum Türkei-Blackout im März 2015 zum Schluss:[12]

„Although the electric supply should never be interrupted, there is, unfortunately, no collapse-free power system!“

„Die Wahrscheinlichste Ursache ist eine Kette von Fehlern, die in dieser Form auch in anderen Ländern zu jedem Zeitpunkt auftreten kann.“

Im Dezember 2015 informierte der Schweizer Übertragungsnetzbetreiber SwissGrid die Öffentlichkeit über mögliche weitreichende Probleme bei der Stromversorgung in der Wintersaison:

Für den Winter 2015/16 ist aber damit zu rechnen, dass die Netzkapazitäten im Übertragungsnetz, insbesondere bei der Transformierung 380/220 kV, vermutlich verstärkt an ihre Grenzen stossen.

Swissgrid kann nicht ausschliessen, dass im Winter 15/16 die Situation im Übertragungsnetz in Kombination mit den erwähnten Rahmenbedingungen bei Kraftwerken zu erheblichen Herausforderungen bei der Energieversorgung der Endkunden durch die Versorgungsunternehmen führt.

Im schlimmsten Fall muss dennoch mit einem totalen Versorgungsausfall in grossen Teilen der Schweiz gerechnet werden.

Die Lage hat sich zwar im Winter 2016/17 etwas entspannt, das Problem ist aber nach wie vor nicht komplett behoben.[13] Positiv ist anzumerken, dass es trotz der Kältewelle und der Dunkelflaute in Deutschland[14] im Jänner 2017 zu keinen Problemen kam.

Im Dezember 2015 kam es weltweit zum ersten durch einen Cyber-Angriff verursachten Blackout in der Ukraine.[15] Ein Untersuchungsbericht kommt zum Schluss: *„Nothing about the attack in Ukraine was inherently specific to Ukrainian infrastructure.“*

Im Winter 2016/17 kam es zudem zu massiven Ausfällen von französischen Atomkraftwerken, die aus Sicherheitsgründen heruntergefahren werden mussten und wodurch es zu erheblichen Versorgungsengpässen kam.[16]

Wie rasch Extremwetterlagen auch in der Stromversorgung eskalieren können, zeigt die Dokumentation über die Notwendige Flächenabschaltung zum Jahreswechsel 1978/79 in der damaligen DDR.[17] Die Conclusio der damals involvierten Personen ist, dass das trotz aller Verbesserungen auch heute noch möglich ist, wenn wie derzeit leider immer häufiger zu beobachten ist, physikalische Grundprinzipien außer Acht gelassen werden.

12 Siehe unter https://www.entsoe.eu/Documents/SOC%20documents/Regional_Groups_Continental_Europe/20150921_Black_Out_Report_v10_w.pdf [28.02.17].

13 Vgl. http://www.saurugg.net/2016/blog/stromversorgung/winterplanung-swissgrid-201617 [28.02.17].

14 Vgl. http://www.saurugg.net/2017/blog/stromversorgung/die-dunkelflaute-bringt-deutschlands-stromversorgung-ans-limit [28.02.17].

15 Vgl. http://www.saurugg.net/2016/blog/stromversorgung/first-known-hacker-caused-power-outage-signals-troubling-escalation [28.02.17].

16 Vgl. http://www.saurugg.net/2017/blog/stromversorgung/fra-bei-kaeltewellen-drohen-versorgungsprobleme [28.02.17].

17 Siehe unter http://www.saurugg.net/2017/blog/stromversorgung/stromkollaps-im-extremwinter [28.02.17].

1.2 Umgang mit dem Risiko

Nach der Kältewelle und der gleichzeitigen Dunkelflaute im Jänner 2017 könnte man auch zum Schluss kommen, dass die Netzbetreiber eh alles bestens im Griff haben, da das Zusammentreffen dieser Rahmenbedingungen bisher ein gefürchtetes Szenario darstellte. Das wäre durchaus eine Möglichkeit mit einem Risiko umzugehen.

Auf der anderen Seite schwankt auch die Anzahl der erforderlichen Systemeingriffe, was aber nicht darüber hinwegtäuschen sollte, dass es davor zu einem exponentiellen Anstieg gekommen ist und wir uns trotzdem auf einem sehr hohen Niveau befinden. Daher erscheint ein Blackout auch weiterhin als durchaus realistisches Szenario, insbesondere wenn man berücksichtigt, dass es eine ganze Reihe von möglichen Auslöseereignissen gibt[18] und es absehbar auch in den nächsten Monaten und Jahren zu keinen wesentlichen Verbesserungen kommt (weitere (Kern-)Kraftwerksstilllegungen, fehlender/verzögerter Leitungsausbau, fehlende Speicherlösungen[19], etc.)

Gleichzeitig hängt unser gesamtes Gemeinwesen von der Verfügbarkeit der Stromversorgung ab. So gut wie alle Infrastruktursysteme funktionieren nur mit Strom. Daher kommt auch die deutsche Studie des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag zum Schluss:

Die Folgenanalysen haben gezeigt, dass bereits nach wenigen Tagen im betroffenen Gebiet die flächendeckende und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit (lebens)notwendigen Gütern und Dienstleistungen nicht mehr sicherzustellen ist. Die öffentliche Sicherheit ist gefährdet, der grundgesetzlich verankerten Schutzpflicht für Leib und Leben seiner Bürger kann der Staat nicht mehr gerecht werden. Die Wahrscheinlichkeit eines langandauernden und das Gebiet mehrerer Bundesländer betreffenden Stromausfalls mag gering sein. Träte dieser Fall aber ein, kämen die dadurch ausgelösten Folgen einer nationalen Katastrophe gleich. Diese wäre selbst durch eine Mobilisierung aller internen und externen Kräfte und Ressourcen nicht „beherrschbar“, allenfalls zu mildern.

Eine „nationale Katastrophe“ wäre ein langandauernder Stromausfall aber auch deshalb, weil weder die Bevölkerung noch die Unternehmen, noch der Staat hierauf vorbereitet sind.

***Spätestens am Ende der ersten Woche wäre eine Katastrophe zu erwarten, d. h. die gesundheitliche Schädigung bzw. der Tod sehr vieler Menschen** sowie eine mit lokal bzw. regional verfügbaren Mitteln und personellen Kapazitäten nicht mehr zu bewältigende Problemlage.*[20]

Wahrscheinlichkeiten sollten daher bei der Betrachtung des Themas „Blackout“ nur eine untergeordnete Rolle spielen. Viel entscheidender sind die damit verbundenen Konsequenzen.[21] Und wie etwa die Studie des Deutschen Bundestages ganz klar aufzeigt, übersteigen

18 Vgl. Saurugg, Herbert: *Blackout – Eine nationale Herausforderung bereits vor der Krise*. Wien-Budapest: Hochschule für Management Budapest (AVF), Seminararbeit, Jänner 2012, unter URL: http://www.saurugg.net/wp/wp-content/uploads/2014/10/blackout-eine-nationale-herausforderung-bereits-vor-der-krise.pdf [28.02.17].

19 Vgl. Energiebevorratung unter URL: http://www.saurugg.net/energiezellensystem/energiebevorratung [28.02.17].

20 Vgl. Abschnitt 4.15, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.

21 Vgl. Ein europaweiter Strom- und Infrastrukturausfall („Blackout“) – das unterschätzte Katastrophenszenario unter URL: http://www.saurugg.net/2017/blog/stromversorgung/blackout-das-unterschaetzte-katastrophenszenario [28.02.17].

die absehbaren Folgen bei Weitem unsere Vorstellungskraft. Durch den sehr hohen Vernetzungsgrad und paradoxerweise durch die bisher sehr hohe Versorgungssicherheit sind darüber hinaus kaum abschätzbare Wechselwirkungen zu erwarten.[22] [23] Systemische Risiken zeichnen sich auch dadurch aus, dass sie sehr selten eintreten und daher kaum Referenzerfahrungen vorliegen. Systemische Risiken werden generell durch einen hohen Vernetzungsgrad begünstigt und in ihren Auswirkungen unterschätzt.[24]

1.3 Krisenvorbereitungen

Es stellt sich daher die Frage, inwieweit es entsprechende Krisenvorbereitung gibt. Während es in Österreich nur sehr heterogene Ansätze gibt – so führt etwa der niederösterreichische und oberösterreichische Zivilschutzverband umfangreiche Informationsveranstaltungen durch – gibt es in anderen Bundesländern oder auf nationaler Ebene kaum eine öffentliche Risikokommunikation.[25]

In der Schweiz fand hingegen im November 2014 die nationale Sicherheitsverbundsübung 2014 (SVU 14) statt. Das Szenario der SVU 14 orientiert sich an den Ergebnissen des nationalen Risikoberichts 2012. **Darin wurden eine Pandemie und ein Ausfall der Stromversorgung als größtes Risiko für die Schweiz in Bezug auf Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit festgestellt**.[26] Auch im Risikobericht 2015 wurde das Top-Risiko „Stromunterbruch/ Strommangellage („Blackout“) bestätigt.[27]

Im August 2016 bezeichnete der deutsche Bundesinnenministers ein Blackout als die wahrscheinlichste Großkatastrophe und forderte die Bevölkerung auf, sich auf mehrtägige (Lebensmittel-)Versorgungsunterbrechungen vorzubereiten.[28]

Im Jänner 2017 tätigt der Schweizer Verteidigungsminister eine ähnliche Aussage wie zuvor der deutsche Bundesinnenminister und forderte die Bevölkerung zur Eigenvorsorge auf.[29]

> *„Zentral bleibt, dass Dienstleister – ob Banken, Telekommunikationsfirmen oder Großverteiler – die Risiken eines Blackouts in ihren Strategien einplanen. Auch die Bevölkerung muss stärker darauf sensibilisiert werden und etwa wieder vermehrt Grundvorräte anlegen.“*

Darüber hinaus bezifferte er den potenziellen Schaden eines schweizweiten Blackouts mit 2-4 Milliarden Franken für die ersten 24 Stunden.

Der **Schweizer Rundfunk (SRF) hat am 2. Jänner 2017** von 13 bis 22 Uhr einen umfassenden **Thementag zum Szenario "Blackout"** gestaltet und damit eine sehr aktive Sicherheits-

22 Vgl. auch die „Truthahn-Illusion“ unter URL: http://www.saurugg.net/vernetzung-komplexitaet/systemische-risiken#ti [28.02.17].
23 Vgl. „The insurance implications of a cyber attack on the US power grid“ unter URL: http://www.saurugg.net/?p=3049 [16.12.15].
24 Vgl. „Die vernachlässigten Schattenseiten der Vernetzung“ unter URL: http://www.saurugg.net/wp/wp-content/uploads/2015/08/die-vernachlaessigten-schattenseiten-der-vernetzung.pdf [28.02.17].
25 Vgl. Sicherheitsforschungsstudie BlackÖ.2 unter URL: http://www.saurugg.net/2015/blog/stromversorgung/blackoe2-endbericht [16.12.15].
26 Vgl. 3.4 Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) - Risikomatrix.
27 Vgl. http://www.saurugg.net/2016/blog/stromversorgung/wieso-uns-bald-ein-blackout-drohen-kann [28.02.17].
28 Vgl. http://www.saurugg.net/2016/blog/stromversorgung/blackout-die-wahrscheinlichste-katastrophe [28.02.17].
29 Vgl. http://www.saurugg.net/2017/blog/stromversorgung/blackout-kosten-2-milliarden-franken-pro-tag [28.02.17].

kommunikation betrieben. Die einzelnen Beiträge sind weiterhin online abrufbar (www.srf.ch/blackout).[30]

In Berlin wurde im Rahmen des **Forschungsprojekts „Kat-Leuchttürme“** ein Konzept für Anlaufstellen für die Bevölkerung im Krisenfall entwickelt. Dabei sollen ausgewählte Gebäude so ausgestattet werden, dass hier die nötigsten Hilfeleistungen erbracht oder von dort aus organisiert werden können. Weiterhin wird untersucht, wie die Bevölkerung als aktive Hilfeleistende in den Prozess des Krisen- und Katastrophenmanagements mit eingebunden werden kann. Berlin hat in den letzten Jahren mehrere Millionen Euro in die Sicherheitsforschung zum Thema „Stromausfall“ und in praktische Vorbereitungsmaßnahmen investiert.[31]

In den vergangenen Monaten hat auch in Österreich die öffentliche Sicherheits- und Risikokommunikation zugenommen, wenngleich es noch viel zu tun gibt, um die breite Bevölkerung auch wirklich zu erreichen. Standardmäßige Vorbereitungen auf einen gewöhnlichen Stromausfall reichen bei Weitem nicht aus. Die Folgen eines Blackouts werden häufig dadurch unterschätzt, indem statt der exponentiellen eine lineare Entwicklung angenommen wird. Der weitgehend zeitnahe Zusammenbruch der technischen Kommunikationsmöglichkeiten schränkt jedoch die Handlungsfähigkeit in allen Bereichen massiv ein. Das klassische Krisenmanagement ist daher nur mehr bedingt möglich. Daher ist hier besonders die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung gefragt, die nur ausreichend funktionieren kann, wenn diese zuvor auf ein solches Szenario vorbereitet wird und sich selbst vorbereitet. Und nur wenn die Selbsthilfefähigkeit im familiären Umfeld sichergestellt ist, werden auch Ressourcen für andere Bereiche (Einsatzorganisation, Unternehmen, etc.) zur Verfügung stehen. Das deutsche Regierungspräsidium Karlsruhe bringt das in seinem Muster-Krisenhandbuch so zum Ausdruck:[32]

Bei einem flächendeckenden Stromausfall muss davon ausgegangen werden, dass eine Hilfe aus Nachbarbereichen nicht stattfinden kann, da alle verfügbaren Ressourcen im jeweiligen Bereich benötigt werden. Dies bedeutet, dass Behörden, Betriebe und Kommunen mit den eigenen Mitteln auskommen müssen.

1.4 Ernährungsvorsorge in Österreich

Im Sommer 2015 wurde der Bericht zum KIRAS-Sicherheitsforschungsprojekt „Risiko- und Krisenmanagement für die Ernährungsvorsorge in Österreich (EV-A)“ veröffentlicht.[33] Im Rahmen der Studie wurde der Ist-Zustand erhoben und Handlungsoptionen und Maßnahmen zur Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung im Krisenfall ausgearbeitet.

Als eines der Hauptprobleme wurde die „Klärung der offiziellen Zuständigkeiten“ identifiziert, was sich mit den Erkenntnissen im Sicherheitsforschungsprojekt „Blackouts in Österreich 2“ (BlackÖ.2) deckt.[34]

Im Rahmen einer groß angelegten Umfrage gaben etwa ein Drittel der Befragten in einer Selbsteinschätzung an, dass sie spätestens am 4. Tag nur mehr sehr eingeschränkt selbstversorgungsfähig sind. Hochgerechnet würde das bedeuten, dass in Österreich etwa rund drei

30 Vgl. http://www.saurugg.net/2017/blog/stromversorgung/srf-blackout-thementag-zusammenfassung [28.02.17].
31 Vgl. Abschnitt 4.16, Projekt TankNotStrom.
32 Vgl. Abschnitt 4.8, Regierungspräsidium Karlsruhe.
33 Siehe unter http://www.saurugg.net/2015/blog/krisenvorsorge/ernaehrungsvorsorge-in-oesterreich [16.12.15].
34 Vgl. Sicherheitsforschungsstudie BlackÖ.2 unter URL: http://www.saurugg.net/2015/blog/stromversorgung/blackoe2-endbericht [16.12.15].

Millionen Menschen ab dem 4. Tag auf eine externe Hilfe angewiesen wären, die es aber nicht gibt. Ähnliche Ergebnisse ergaben die Untersuchungen im Rahmen des Berliner Forschungsprojektes „Kat-Leuchttürme“.[35]

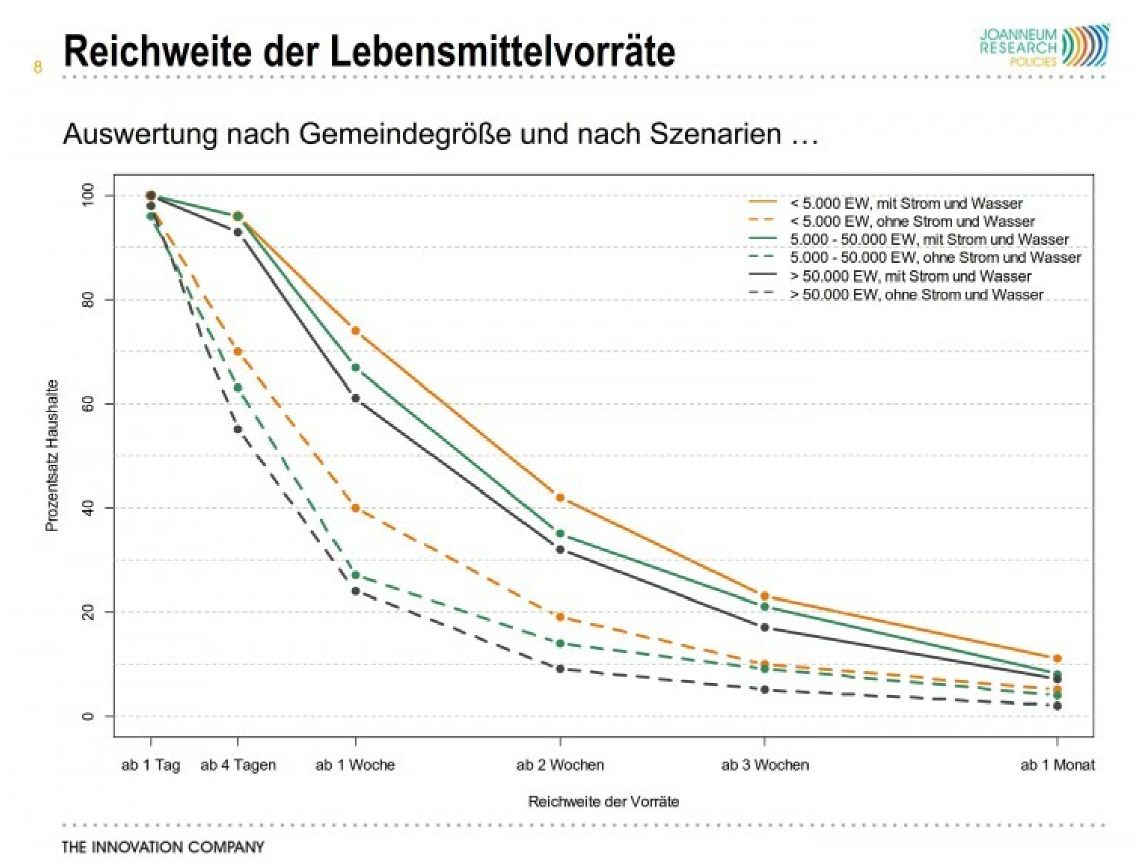


Abbildung 2: Quelle: Studie „Risiko- und Krisenmanagement für die Ernährungsvorsorge in Österreich (EV-A)“

1.5 Dauer einer europäischen Großstörung

Eine wesentliche Frage für eine Krisenvorbereitung betrifft die mögliche Dauer eines europaweiten Stromausfalls. Hier ist keine seriöse Einschätzung möglich, da die vollständige Wiederherstellung der Stromversorgung von sehr vielen Rahmenbedingungen abhängt (etwa Jahres- und Tageszeit, Wetter, Verfügbarkeit Personal, physische Schäden in der Infrastruktur, etc.). Optimistische Einschätzungen gehen von einem Tag, weniger optimistische von zumindest mehreren Tagen aus. Daher ist es umso wichtiger, dass unmittelbar nach Beginn eines Blackouts möglichst alles unternommen wird, um weitere Schäden zu verhindern („Golden Hour“).

1.6 Dauer eines Netzwiederaufbaus in Österreich

Die Erfahrungen zum Thema Netzwiederaufbau und damit auch zu einem Zeitablauf desselben beschränken sich in Österreich und im Rest Europas auf durchgeführte Simulationstrainings sowie Schwarzstart- und Inselbetriebsversuche. Um zu einer realistischen Näherung für die gesamte Zeitdauer eines Netzwiederaufbaus zu gelangen, können als Grundlage die

35 Vgl. http://www.saurugg.net/2015/blog/stromversorgungssystem/katastrophenschutz-leuchttuerme-berlin [16.12.15].

zeitlichen Abläufe aus diesen Trainings und Versuchen herangezogen werden. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass in den Simulationen die Rahmenbedingungen wie Kommunikation, Verfügbarkeit aller Netz- und Erzeugungsanlagen, zusätzliches Störungsgeschehen, etc. optimiert gehalten werden.

Dies führt für den Fall eines Netzwiederaufbaus in Österreich mittels Bottom-Up Strategie zu folgender, groben Abschätzung:

- Unter optimalen Bedingungen konnten am DUtrain-Netzsimulator nach circa 4 Stunden sukzessive etwa 2.000 MW (ca. 25% Versorgungsgrad für Österreich) wiederversorgt und die Spannungsversorgung des Höchstspannungsnetzes inkl. der 110-kV Übergabestellen zu den einzelnen Verteilnetzbetreibern hergestellt werden.
- Unter realen Bedingungen (Kommunikationsaufwand, Anlagenbesetzung) ist für diesen Ablauf in etwa mit einer 2- bis 3-facher Zeitdauer, und somit ca. 10 Stunden, unter Voraussetzung der vollen Verfügbarkeit aller Betriebsmittel (Leitungen, Schaltanlagen, Transformatoren, Kraftwerke) zu rechnen.
- Für eine vollständige Versorgung aller Kundenanlagen und somit eine Wiederversorgung des gesamten Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetzes in Österreich kann in weiterer Schätzung davon ausgegangen werden, dass ca. 20 bis 30 Stunden vergehen werden. Diese Schätzung gilt jedoch unter der Voraussetzung keiner zusätzlichen Behinderungen beim Netzwiederaufbau. Erfahrungsgemäß ist jedoch bei einem Stromausfall vereinzelt mit Störungen in Anlagen (z.B. Hilfsstrom-, Steuer- und Schutzeinrichtungen) durch undefinierte Spannungssituation zu rechnen, welche die Wiederversorgung noch weiter verzögern können. Eine wesentliche Verkürzung dieser Zeit könnte durch den parallelen Netzwiederaufbau durch Verteilnetzbetreiber, und damit unter Einbeziehung von regionalen Netzwiederaufbaukonzepten, erfolgen.[36]

1.7 Rechtliche Fragen (Haftung)

Nachdem eine relativ hohe Wahrscheinlichkeit für eine europäische Großstörung („Blackout“) abgeleitet werden kann, stellt sich die Frage möglicher rechtlicher Folgen. Etwa ob eine (gänzliche) Nichtvorbereitung bereits als (grob) fahrlässig einzustufen wäre? Hier soll jedoch auf mögliche rechtliche Folgen nicht weiter eingegangen werden. Vielmehr soll die Notwendigkeit einer gesamtgesellschaftlichen Auseinandersetzung mit einem derartigen strategischen Schockereignis aufgezeigt werden.[37]

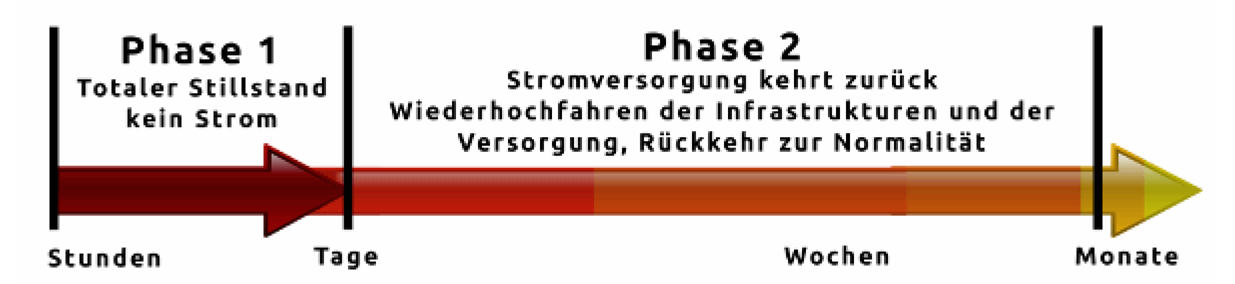
1.8 Zusammenfassung und Ableitungen

Ein Blackout führt dazu, dass es in allen mit dem Stromnetz verbundenen Systemen und Infrastrukturen zu Kettenreaktionen und damit Ausfällen kommt, wo kaum abschätzbar ist, was das für die Wiederherstellung(szeit) der gewohnten Versorgung bedeuten könne. Die vollständige Wiederherstellung der europäischen Stromversorgung kann mehrere Tage in Anspruch nehmen. Die Wiederherstellung des Alltags wird jedoch wesentlich länger dauern,

36 Schmaranz, Robert: Zuverlässigkeits- und sicherheitsorientierte Auslegung und Betriebsführung elektrischer Netze / Technische und organisatorische Maßnahmen unter Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse; Monographic Series TU Graz, Graz: 2014 unter URL: http://lamp.tugraz.at/~karl/verlagspdf/BetriebsfuehrungSchmaranz.pdf [28.02.17].

37 Vgl. "Ein Blackout - eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung" unter URL: http://www.saurugg.net/wp/wp-content/uploads/2014/10/Blackout-eine-gesamtgesellschaftliche-Herausforderung.pdf [16.12.15].

da erst nach der Wiederherstellung einer stabilen(!) Stromversorgung die Funktionsfähigkeit der restlichen Infrastrukturbereiche wieder hergestellt werden kann.



Besonders kritisch könnte sich das bei der Grundversorgung der Bevölkerung (Wasser, Abwasser, Lebensmittel- und Gesundheitsversorgung) auswirken. Weder unsere hoch synchronisierte und vernetzte Logistik- und Versorgungsinfrastruktur noch die Gesellschaft selbst sind auf ein derartiges strategisches Schockereignis vorbereitet. Im schlimmsten Fall droht ein infrastrukturelles und damit gesellschaftliches „Multiorganversagen“.

Daher erscheint eine Vorbereitung in allen Gesellschaftsbereichen unverzichtbar. Aufgrund der bei einem Blackout reduzierten Kommunikationsmöglichkeiten und des Umfangs der Betroffenheit wird eine Hilfe von außen nur sehr eingeschränkt zur Verfügung stehen. Unternehmen und Organisationen werden die ersten Schritte alleine setzen müssen. Wer sich mit einer solchen Situation schon vorher auseinandergesetzt hat, wird sich dabei wesentlich leichter tun bzw. weitere Schäden verhindern können.

Der erste Schritt beginnt mit dem Wissen, dass ein solches Szenario überhaupt möglich ist und welche Auswirkungen damit verbunden sein könnten. Damit werden die Überraschungen und Unsicherheiten beim Eintritt bereits reduziert und die Handlungsfähigkeit gesteigert.

Erst die persönliche Vorbereitung (etwa durch Eigenbevorratung) schafft den Handlungsspielraum auch anderen helfen zu können bzw. für Einsatzorganisationen oder Unternehmen tätig zu werden.

Für Unternehmen ist besonders wichtig, weitere Schäden zu verhindern. Aufgrund vieler wechselseitiger Abhängigkeiten wird eine Aufrechterhaltung des Betriebes nur in sehr wenigen Ausnahmefällen möglich sein. Daher wird es notwendig sein, dass alle nicht erforderlichen Prozesse möglichst rasch und sicher nach einem solchen Ereignis heruntergefahren werden können. Dies natürlich unter erschwerten Rahmenbedingungen, wie etwa, dass ein solches „Herunterfahren“ auch „offline“ funktionieren muss und automatisch ausgelöst wird. Das heißt, wenn keine technische Kommunikation mehr möglich ist, muss das erforderliche Personal dennoch in der Lage sein, selbstständig und automatisch alle erforderlichen Schritte zu setzen. Umgekehrt bedeutet das, dass sich Krisenstäbe auch ohne übliche Alarmierung formieren müssen. Auch für das geordnete Wiederhochfahren sind Vorkehrungen zu treffen.

Mittelfristig gilt es zu überlegen, wie wir unsere Infrastruktursysteme und Gesellschaft robuster und resilienter gestalten können. Dabei wird es notwendig sein, Resilienz vor Effizienz zu stellen. Höhere Effizienz führt oft zur höheren Verwundbarkeit, vor allem zur Zentralisierung, Just-in-time-Management und zu einer engen Kopplung von Produktionsprozessen.

Resilienz hingegen erhöht die Widerstandskraft und die Anpassungsfähigkeit eines Systems auch gegenüber Überraschungen.

1.9 Weiterführende Leitfäden zur Selbstevaluation

http://www.saurugg.net/strom-blackout/leitfaeden-zur-selbsthilfe

Unter anderem:

Leitfaden "Mein Unternehmen auf ein Blackout vorbereiten"
http://www.saurugg.net/Mein-Unternehmen-auf-ein-Blackout-vorbereiten.pdf

Leitfaden "Meine Gemeinde auf ein Blackout vorbereiten"
http://www.saurugg.net/Meine-Gemeinde-auf-ein-Blackout-vorbereiten.pdf

Leitfaden "Die Organisierte Hilfe im Fall eines Blackouts"
http://www.saurugg.net/Die-Organisierte-Hilfe-im-Fall-eines-Blackouts.pdf

Leitfaden "Was kann ICH tun?"
http://www.saurugg.net/Was-kann-ICH-tun.pdf

2 Risikoeinschätzungen Versorgungssicherheit und Krisenvorbereitungen - Österreich

2.1 Umweltbundesamt Österreich

Beim sogenannten Redispatching werden zur Entlastung von Übertragungsleistungen zusätzliche Kraftwerkskapazitäten in Regionen hohen Stromverbrauches in Betrieb genommen, um den Bedarf lokal zu decken; bei gleichzeitiger Reduktion der Einspeisung an Orten mit hoher lokaler Erzeugung. Damit werden allerdings Kraftwerkskapazitäten abgerufen, die aufgrund der eigentlichen Marktsituation nicht in Betrieb gewesen wären.

Um den Redispatching-Maßnahmen nicht entgegenzuwirken besteht im Rahmen des Engpassmanagements die Möglichkeit den Intraday-Handel auszusetzen. Dieser stellt daher einen Parameter für die Eingriffe in den Netzbetrieb dar. In der Abbildung 3 ist die Dauer der Handelsstopps dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Maßnahmen, die notwendig sind, um eine stabile Elektrizitätsversorgung zu gewährleisten, signifikant zunehmen bzw. auf hohem Niveau schwanken.[38]

Abbildung 3: Entwicklung Intradaystop-Dauer

Datenquelle: Umweltbundesamt (http://www.salzburg.gv.at/uba-gutachten_380kv.pdf)/APG Anmerkung: Daten Q1 2011 - Q3 2013 aus der Grafik der Studie des Umweltbundesamts. Fortsetzung der Statistik anhand der Daten "Grenzüberschreitende Kapazitätsänderungen" von der Homepage der Austrian Power Grid (APG). Wird unter http://www.saurugg.net/strom-blackout/risiko-eines-strom-blackouts/auswertungen fortgesetzt.

38 Vgl. Elektrizitätswirtschaft warnt vor „großräumigen Blackout“ unter URL: http://www.saurugg.net/2014/blog/stromversorgung/elektrizitaetswirtschaft-warnt-vor-grossraeumigen-blackout-2 [16.12.15] oder Stromnetze an der Belastungsgrenze unter URL: http://www.saurugg.net/2015/blog/stromversorgung/stromnetze-an-der-belastungsgrenze [16.12.15].

2.2 Blackout-Workshop Bezirkshauptmannschaft Tulln

Die Gefahr eines überregionalen, länger andauernden Stromausfalles wird mittlerweile von vielen Seiten durchaus ernst genommen. Das Amt der NÖ Landesregierung beschäftigt sich mit dem Thema „Blackout“ schon geraume Zeit und hat diesem bereits einmal die jährlich stattfindende Katastrophenschutzfachtagung auf Landesebene gewidmet. Der Zivilschutzverband ist andererseits bemüht, den Selbstschutzgedanken in der Bevölkerung zu aktivieren. Für die Bezirks- bzw. kommunale Ebene besteht bisher nur ein den allgemeinen Katastrophenschutz betreffendes Schulungsangebot (Modulausbildung des NÖ Zivilschutzverbandes), das die Thematik „Blackout“ nur am Rande behandeln kann. Im Zusammenhang mit den Erkenntnissen der Feuerwehren aus dem Slowenieneinsatz Anfang des heurigen Jahres (weiträumiger Stromausfall infolge heftigen Schneefalles und Eisregens) sahen wir uns veranlasst, den ersten Workshop des Bezirkes Tulln zum Thema Blackout zu organisieren. Ziel war es dabei, sich mit dem Thema möglichst professionell auseinandersetzen zu können und es aus möglichst vielen verschiedenen Perspektiven zu betrachten.[39]

2.3 „Notversorgungsstellen im Bezirk Tulln“

Wir möchten mit diesem Konzept zur Einrichtung von Notversorgungsstellen Ideen aufwerfen, wie ein Bürgermeister oder der örtliche Einsatzleiter die vorhandene Infrastruktur und die eigenen Ressourcen bestmöglich bündeln kann, um „seine“ Bevölkerung relativ unbeschadet durch die Zeit eines Blackouts zu bringen. Der technische Fortschritt hat uns den heutigen Lebensstandard, und damit verbunden, die ständige Verfügbarkeit von Lebensmitteln und Infrastruktur, erst möglich gemacht. Doch dieser technische Fortschritt hat auch seine Achillesferse – er basiert auf der ständigen Verfügbarkeit von Energie, insbesondere von Strom. Stromausfälle mit der Folge von ausfallenden Telekommunikationsmöglichkeiten und dem Ausfall lebensnotwendiger Versorgungsinfrastrukturen können bereits nach kurzer Zeit zu kritischen Situationen im Gesamtsystem der Funktionsfähigkeit der Gesellschaft führen.[40]

2.4 Johannes Kepler Universität Linz / BlackÖ.1

Trotz aller Sicherungsmaßnahmen kann das Ausbleiben eines großflächigen und langanhaltenden Stromausfalls in Zukunft nicht garantiert werden. Deshalb erscheint es den Autoren essentiell, Notfallpläne für einen solchen Katastrophenfall zu entwickeln und infrastrukturelle, sowie organisatorische Vorkehrungsmaßnahmen in geeignetem Umfang zu treffen.

Die Ergebnisse der Analysen zeigen, dass bei geringen bis mittleren Belastungssituationen eine gute Versorgungssicherheit des Netzes herrscht. Die durchgeführten Simulationen und Analysen des Übertragungsnetzes zeigen, dass starke Belastungen des Übertragungsnetzes (Betrieb bei kritischen Netzsituationen) zu deutlichen Verschlechterungen der strukturellen Versorgungssicherheit führen. Dies führt in weiterer Folge zu einer starken Erhöhung der Wahrscheinlichkeiten großflächiger Ausfallereignisse. Durch oben genannte Einflussfaktoren wie beispielsweise der Integration volatiler erneuerbarer Energieträger, werden die Netze in Zukunft stärker belastet. In diesen Belastungszuständen sind die Netze dann anfälliger für

39 Quelle: Henninger, Manfred: Zusammenfassung des Workshops „Blackout“ am 10.04.2014. Bezirkshauptmannschaft Tulln Fachgebiet Katastrophen: Internet unter URL: http://www.noe.gv.at/bilder/d78/ZusammenfassungWorkshopBlackout2014.pdf?31595 [03.08.14].

40 Quelle: Bezirkshauptmannschaft Tulln Fachgebiet Katastrophen (Hrsg): „Notversorgungsstellen im Bezirk Tulln“. In: Internet unter URL: http://www.noe.gv.at/bilder/d78/Notversorgungsstellen.pdf [03.08.14].

Großstörungen, die zum Beispiel durch Ausfälle von Betriebsmitteln wie Leitungen oder Trafos entstehen können.[41]

2.5 Johannes Kepler Universität Linz / BlackÖ.2

Im Herbst 2015 wurde der Endbericht zum Sicherheitsforschungsprojekt „BlackÖ.2: Blackoutprävention und –intervention“ veröffentlicht.[42]

Da jedoch einerseits – langfristig gesehen – die Gefahr großflächiger Stromausfälle zunehmen wird und andererseits sichergestellt werden muss, dass es auch dezentrale Aufbaumaßmöglichkeiten für den Fall gibt, dass das Übertragungsnetz nicht rasch wiederaufzubauen ist (weil es etwa durch gezielte Angriffe oder Naturereignisse ausgefallen ist), um so die Auswirkungen des Stromausfalls gerade in urbanen Räumen erheblich abzumildern, erscheint es ratsam, die aktuell bestehenden gesetzlichen Regelungen und Netzwiederaufbaukonzepte zu überarbeiten. Sinnvoll wäre ein abgestimmtes und koordiniertes österreichweites Aufbaukonzept der Übertragungsnetzbetreiber mit den Verteilernetzbetreibern. Ziel dieses abgestimmten Netzaufbaukonzeptes muss auf jeden Fall sein, zu erreichen, künftig mittels paralleler regionaler und raschen Netzaufbaumöglichkeiten durch die Verteilernetzbetreiber eingetretene Blackouts in Österreich zeitlich deutlich verkürzen zu können und somit die Versorgungssicherheit in ganz Österreich schneller wieder herzustellen, als es ausschließlich durch die Übertragungsnetzbetreiber der Fall ist.

Eine Katastrophe bedeutet, dass die vorhandenen Ressourcen der betroffenen Region nicht ausreichen, um mit den Folgen eines Ereignisses sinnvoll umgehen zu können. Bei den bisher nach dem Zweiten Weltkrieg in Österreich aufgetretenen Ereignissen gab es immer eine regional begrenzte unmittelbare Auswirkung. Daher orientieren sich auch weitgehend alle Konzepte und Vorbereitung an diesen Erfahrungen. Insbesondere fristet nach dem Ende des Kalten Krieges vor über 25 Jahren der Zivil- und damit Bevölkerungsschutz ein immer stärkeres Schattendasein, was auch mit der Professionalisierung der Einsatzorganisationen und der damit hochwertigeren Bewältigung von „gewöhnlichen“ Ereignissen zusammenhängt. Es ist daher zu befürchten, dass die Selbstwirksamkeit der Bevölkerung zur Bewältigung von Katastrophen, insbesondere in urbanen Räumen, massive Schwächen aufweist. Eine wesentliche Rolle spielt dabei unsere generelle Lebensweise und die hoch synchronisierte und just-in-time Versorgungslogistik. Die fehlende Eigenversorgung, um im Anlassfall mehrere Tage auch ohne externe Versorgung auskommen zu können, wird wahrscheinlich weitgehend unterschätzt. Nicht, dass die Problemstellungen nicht bekannt wären, sondern vielmehr die fehlende Sicherheitskommunikation und die vermittelte Scheinsicherheit führen zu einer unverhältnismäßigen Verwundbarkeit der Gesellschaft.

Zusammenfassend lässt sich ableiten, dass eine sinnvolle Katastrophenbewältigung in Folge eines Blackouts mit den derzeitigen zentralisierten Ansätzen und Voraussetzungen nur sehr eingeschränkt erwartbar ist. Ein europaweiter Stromausfall übersteigt bei weitem die vorhandenen und vorhaltbaren Bewältigungskapazitäten und damit auch die rechtlichen Rahmenbedingungen, die auf bisherige Katastrophenszenarien zugeschnitten sind bzw. davon

41 Quelle: Reichl , Johannes/Schmidthaler, Michael (Hrsg.): Blackouts in Österreich (BlackÖ.1) Teil I/Endbericht. Linz: Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz GmbH, 2011, unter URL: http://www.energieinstitut-linz.at/dokumente/upload/Endberichtblackoe.pdf [27.03.12]

42 Siehe Zusammenfassung unter URL: http://www.saurugg.net/2015/blog/stromversorgung/blackoe2-endbericht [16.12.15].

abgeleitet wurden. Die Bewältigung eines strategischen Schockereignisses erfordert eine präventive aber auch proaktive Einbindung der Bevölkerung und die Erhöhung der gesamtgesellschaftlichen Resilienz durch die Mobilisierung der Eigenverantwortung.

Beim Thema „Blackout“ darf es nicht nur um die Reduktion der Eintrittswahrscheinlichkeit gehen, sondern es muss sich aufgrund der erwartbaren Auswirkungen auch die gesamte Gesellschaft auf eine mögliche Bewältigung einstellen und vorbereiten, nicht zuletzt, da ein völliger Ausschluss des Eintrittes völlig unrealistisch ist. Nur wenn es eine entsprechende Auseinandersetzung und Vorbereitung gibt, können auch bestehende Verwundbarkeiten reduziert bzw. die Bewältigungszeiten reduziert werden.

2.6 Allianz-Versicherung - Allianz Risk Barometer

Die Umfragen der Allianz Versicherung[43] zeigen, dass **Betriebsunterbrechungen und deren Auswirkungen auf die Lieferkette zu den bedrohlichsten Risiken aus Sicht der Unternehmen gehören.**

Für Energie- und andere Versorgungsunternehmen stellen regulatorische Veränderungen das Hauptrisiko dar, gefolgt von Betriebs- und Lieferkettenunterbrechung und Stromausfällen. **Dabei nimmt das Risiko von Stromausfällen zu.**

Das Risiko eines Stromausfalls wird jedoch nur von 3% der befragten angegeben.

Während weltweit die Angst vor Betriebsunterbrechungen zunimmt, fürchten heimische Betriebe Naturkatastrophen am meisten. Mit 63 Prozent – ein mehr als doppelt so hoher Wert wie international – schätzen Österreichs Befragte Naturgefahren als größtes Geschäftsrisiko ein. Im Vergleich zum Vorjahr hat der Wert um 20 Prozentpunkte zugelegt. Der deutliche Anstieg ist unter anderem auf die Ereignisse der letzten Jahre zurückzuführen. Auf Platz 2 der größten Unternehmerängste befinden sich Betriebsunterbrechungen (44 Prozent) und ex aequo Cyberkriminalität.

2.7 Energy blackouts and water outages

Die Forschungsarbeit „Energy blackouts and water outages“[44] beschäftigt sich mit der (Trink-)Wasserver- und Abwasserentsorgung bei einem Blackout in Österreich. Sie zeigt einmal mehr die gesellschaftliche und infrastrukturelle Verwundbarkeit im Fall einer großräumigen Störung oder Katastrophe auf. Hierzu einige ausgewählte Zitate:

- Awareness of the risk of an energy blackout and its effects on the water sector are inadequate.
- An underling hazard to the water sector is a lack of knowledge on stakeholder responsibilities.
- Municipalities have the responsibility to prevent disaster, but also to coordinate the local response.
- The overall aim is to raise awareness, attract attention and assume responsibility for risks associated with a water outage caused by a blackout that cause severe disruption of daily life.

43 Siehe unter http://www.saurugg.net/2017/blog/stromversorgung/betriebsunterbrechungen-top-risiko [28.02.17].

44 Siehe unter http://www.saurugg.net/?p=2998 [16.08.15].

- Even if the probability of a disaster may be very low, the gain from prevention from a human perspective is priceless.
- Early planning and preparation including all possible stakeholders are necessary due to the variety of causes for a blackout and water outage and the diversity of sectors within the critical infrastructure that are hit.
- Domino effects are the most threatening for today’s society and yet create a vulnerability paradox contradicting the perception of risk and reality.
- One point that applies to all disasters is the importance of being aware and communicating before a disaster occurs, and to prepare actively applying technological, societal and managerial approaches. Awareness is the first step, but it is not enough since blackouts and water outages pose nowadays major risks to industrialized countries.
- Investment in mitigation measures is considered effective for reducing and preventing high costs and economic losses. Even if a blackout may not be considered cost intensive, indirect costs such as human suffering need to be included in calculations. Though they are difficult to quantify, indirect costs tend to be five times higher than direct costs making any mitigation measure financially profitable even if the target group may never be hit (Levy & Bissell, 2013).
- Investment in mitigation measures is considered effective for reducing and preventing high costs and economic losses. Indirect costs tend to be five times higher than direct costs making any mitigation measure financially profitable even if the target group may never be hit.
- In general, crisis management does not begin with the crisis itself, but with awareness of vulnerabilities and an assessment of potential disasters that may occur (Prisching, 2008).
- A gravitational water flow can avoid interdependency, which is regionally limited and should not be generalized.
- Missing communication means emphasize the need for in advance preparation and exchange between all stakeholders.
- For example, without informing and sharing information on risks with the population, they will not be prepared for possible consequences to make appropriate decisions.
- In Austria, the municipalities have to carry the financial costs for damages critical infrastructure and for prevention measures (Interview MOTI, 2015).
- This seems unlikely since the organizations work in trust and believe that one or the other is prepared in case a water outage occurs.
- Cooperation between different stakeholders is essential for any analysis and decision.
- It is known that the feeling of not receiving any information and not knowing how long the water outage will last are especially of concern for people.

- Communication and collaboration is therefore essential to prevent criticism and to assure loyalty and calmness within the population and the teams.
- Organizations and rescue teams can lower the negative effects as long as preventive communication and planning has taken place before the occurrence of the blackout.
- This demonstrates that even if the supply of water is not a problem, the disposal will be.
- The high-level water storage tank is usually only filled with more or less sixty percent of the possible capacity, which would last for around two days. In winter the tank is filled with slightly more water than in summer since not that much water is used. In the summer, however, water use is much higher due to increased watering of the garden and hence almost no water is stored in the tank, but just runs through.
- Some mitigation measures may not seem cost-effective for industries or businesses, while experience though shows that a lack of mitigation measures can have severe consequences for the public.
- In the end mitigation mechanisms should exist for at least a week.
- The overall aim is to raise awareness, attract attention and assume responsibility for risks associated with a water outage caused by a blackout that cause severe disruption of daily life.

2.8 Wirtschaftskammer Oberösterreich

Die sichere Versorgung mit Strom ist für das Industriebundesland Oberösterreich von größter Bedeutung. Das Risiko eines „Blackouts“ steigt aber durch unterschiedliche Einflüsse stark an. Deshalb hat die Sparte Industrie die Broschüre „Vorsorge Blackout – Wie schütze ich mein Unternehmen vor Schäden?“ mit Präventionsmaßnahmen und Checklisten entworfen.

„Vielfach ist in den Unternehmen noch keine geeignete Strategie für den Fall eines ‚Blackouts‘ vorhanden. Dabei sind die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Auswirkungen enorm“, betont Erich Frommwald, Energiesprecher der Sparte Industrie. „Wir wollen daher mehr Bewusstsein in der Gesellschaft und der Politik schaffen, um das Risiko eines ‚Blackouts‘ zu minimieren. Zudem sollen unsere Unternehmen mithilfe von Checklisten und Notfallplänen für den Fall des Falles gewappnet sein“, unterstreicht Frommwald die Bedeutung der Broschüre.[45]

2.9 Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) / Digitaler Stillstand

Im Mai 2017 wurde der Bericht zum Projekt „Digitaler Stillstand – Was passiert, wenn Computer in Österreich großflächig ausfallen?“ veröffentlicht. Hier einige Auszüge mit Relevanz für das Thema „Blackout“:[46]

- **Insbesondere die Problematik von Systemabhängigkeiten ist bislang unterrepräsentiert.** Eine stärkere Fokussierung darauf ist daher dringend notwendig. Die steigende Abhängigkeit wirkt sich letztlich negativ auf die Selbstorganisationsfähigkeit aller gesell-

45 Siehe unter URL: https://www.wko.at/Content.Node/iv/ooe/Presse/Aufmacher0717.html [28.02.17].

46 Siehe auch unter URL: http://www.herbert.saurugg.net/2017/blog/vernetzung-und-komplexitaet/digitaler-stillstand [09.07.17].

schaftlichen Akteure (staatliche und private Institutionen, Unternehmen, Zivilgesellschaft, Bevölkerung etc.) aus, die jedoch essentiell ist, um Krisen aller Art bewältigen zu können. Eine Reduktion der Abhängigkeit geht daher einher mit einer Stärkung des Problembewusstseins und der Resilienz der Gesellschaft.

- Für das Erkennen und Beheben von Abhängigkeiten ist Wissen über Schnittstellen und das Zusammenspiel unterschiedlicher Infrastrukturkomponenten erforderlich. Die Faustregel lautet: **Schnittstellen erhöhen die Komplexität des Systems und machen es somit potenziell anfälliger.** Nicht in Sicherheitskonzepten berücksichtigte Schnittstellen können dementsprechend unbekannte Risiken in sich bergen.
- Wie obige Ausführungen zeigen, gibt es eine Reihe von Herausforderungen beim Schutz kritischer Infrastrukturen. Diese resultieren zum einen aus der hohen Komplexität moderner Infrastruktursysteme, die zwar mit Gefahren, die nur bedingt neu sind, konfrontiert sind, für die jedoch heute andere Rahmenbedingungen gelten als vor der Digitalisierung.
- Wie in Abschnitt 4 ausgeführt, liegt eine Kernproblematik beim Schutz kritischer Infrastrukturen (weitgehend unabhängig von den jeweiligen Ausfallrisiken) in den Abhängigkeiten zwischen KI-Systemen. **Ausfälle können zu Kaskadeneffekten führen und andere Netze beeinträchtigen.** Technische Abhängigkeiten zu verschiedenen IKT-Systemen sind hierbei ein zentraler Aspekt. **Ansätze, um diese Problematik zu reduzieren, sind nur in geringem Ausmaß vorhanden.** Es ist wenig bekannt, in welchen Bereichen und welche Komponenten von KI-Systemen durch IKT besonders gefährdet sind.
- Das ist zwar ein wichtiger Teilaspekt, **allerdings erscheint allgemeine Ursachenbekämpfung und Verbesserung der Systemsicherheit durch Verringerung von Vulnerabilität und Erhöhung der Bewältigungskapazität kritischer Infrastrukturen bisher zu wenig beachtet.**
- **Auch bezüglich der Notversorgung der Bevölkerung gibt es einige offene Fragen. Manche Experten gehen hier von erheblichen Engpässen bei Krisen, die länger als 3 Tage dauern aus.**

2.10 Die Versorgungsdienstleistungen einer Intensivstation während eines Blackouts

Die Forschungsarbeit „Die Versorgungsdienstleistungen einer Intensivstation während eines Blackouts“[47] beschäftigt sich mit der Gesundheitsversorgung. Auch hier gibt es ein paar wesentliche Erkenntisse, die sich leider fast in alle Bereiche übertragen lassen:

Besonders alarmierend ist die Erkenntnis, dass auf operativer Ebene keinerlei Informationen zu Notfallszenarien existieren. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Intensivstation werden weder geschult, noch eingewiesen. Hier ist ein besonders hoher Handlungsbedarf gegeben, da sich eine durchgehende Unsicherheit zu diesem Thema abgezeichnet hat und die befragten Personen auch ausgesagt haben, gerne mehr über dieses Thema erfahren zu wollen und auch besser in ihrem Bereich darauf vorbereitet sein wollen. **Der beste Notfallplan funktioniert nicht, wenn nur die strategische Führungsebene Kenntnis hat und nie mit dem Personal der operativen Ebene gesprochen oder gar geübt wurde.**

47 URL: http://www.saurugg.net/wp/wp-content/uploads/2017/06/BA2_ISM17_LORENZ_18.05.17.pdf [09.07.17].

Ein großes Problem im Falle eines Blackouts ist die Alarmierung weiterer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie die Garantie, dass diese auch am Arbeitsplatz erscheinen.

Wenn jedoch ein Blackout eintritt und nicht einmal der leitende Oberarzt der Intensivstation weiß, wie vorzugehen ist, dann stellt dies doch ein markantes Risiko dar.

3 Risikoeinschätzungen Versorgungssicherheit und Krisenvorbereitungen - Schweiz

3.1 Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) – Risikobericht 2015

Als grösste Risiken werden darin die Gefährdungen Strommangellage und Pandemie identifiziert.

Die jüngere Vergangenheit zeigt, dass wir in der Schweiz Schadenereignisse mit lokalen oder regionalen Auswirkungen grundsätzlich gut bewältigen. Angesichts der rasant zunehmenden Vernetzung und der enormen Infrastrukturdichte steigt jedoch unsere Verletzlichkeit. Ein grosser Stromausfall ist in dieser Perspektive ein neues oder jedenfalls stark gestiegenes Risiko.

Als grösstes Risiko wurde eine **Stromunterversorgung** von 30 Prozent während mehrerer Wintermonate identifiziert. Laut dem Bericht würde ein derartiges Szenario "zu grossen Personenschäden" und darüber hinaus "zu immensen ökonomischen und immateriellen Schäden für die Wirtschaft und für die Gesellschaft" führen. Insgesamt sei **mit einem Schaden von über hundert Milliarden Franken zu rechnen.** Die Häufigkeit für das Auftreten eines derartigen Ereignisses wird auf einmal in dreissig bis hundert Jahren geschätzt.

Ausfall Stromversorgung (Szenario): Im Sommer fällt in mehreren Kantonen mit grossen Agglomerationen und hoher Infrastrukturdichte das Hochspannungsnetz aufgrund physischer Schäden aus. Folge ist ein vollständiger Stromausfall während zwei bis vier Tagen. Betroffen sind 0,8 bis 1,5 Millionen Personen. Es dauert Tage bis Wochen, bis sich die Situation normalisiert hat.

Im Ergebnis stellt sich die Frage: **Wie gut sind wir auf grosse, nationale Ereignisse mit komplexen Auswirkungen vorbereitet?**

Wiegen wir uns in falscher Sicherheit? Die Schweiz ist in jüngster Zeit vor schwerwiegenden Katastrophen und Notlagen verschont geblieben. Aber auch hierzulande sind wir einem breiten Spektrum unterschiedlicher Gefährdungen ausgesetzt. Und im Vergleich zu lange zurückliegenden Ereignissen gibt es einen grossen Unterschied: Heute befinden sich sehr viel mehr Menschen, Infrastrukturen und Vermögenswerte auf gleichem Raum.[48]

3.2 Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) – Sicherheitsverbundsübung 2014

Die Stromleitungen werden immer stärker beansprucht, Wirtschaft und Gesellschaft sind – stärker denn je – abhängig von einem ununterbrochenen Zugang zum Stromnetz. Experten gehen davon aus, dass die Gefahr eines grossflächigen Stromausfalls in den letzten Jahrzehnten deutlich gestiegen ist. Die Folgen eines totalen Blackouts wären verheerend: Keine Tankstelle, kein Kassensystem und kein Geldautomat würde mehr funktionieren; das Transportnetz, die gesamte Telekommunikation, die Versorgung und Entsorgung wären nach kurzer Zeit stillgelegt. Die Belastung für die Bevölkerung wäre enorm, die volkswirtschaftlichen Kosten wären immens.

48 Quelle: http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch/internet/bs/de/home/dokumente/news/detail.57955.nsb.html [01.07.15]

Herausforderung für den Bevölkerungsschutz

Trotz der hohen Gefahr herrscht in der Bevölkerung kaum ein Bewusstsein für dieses Szenario. Um für die Möglichkeit eines kompletten Netzausfalls zu sensibilisieren, hat der Geschäftsbereich Infrastruktur des BABS ein zehnminütiges Video produziert. Der Film «Schweiz im Dunkeln» zeigt die direkten Konsequenzen für die Bevölkerung und die damit verbundenen Herausforderungen für den Bevölkerungsschutz.[49]

Das neue Video ist in drei Sprachen auf YouTube zugänglich unter:
http://www.youtube.com/watch?v=NMWZwkv0qto

3.3 Sicherheitsverbundsübung 2014 – Blackout

Im SVU’14 – Newsletter Dezember 2014 wurden erste Erkenntnisse aus der Sicherheitsverbundsübung 2014 publiziert, die hier auszugsweise wiedergegeben werden.[50]

- Es wurde erkannt, dass die präventive Vernetzung enorm wichtig ist. Insbesondere muss für das Szenario «Strommangellage» heute definiert werden, wie sich die Beteiligten (Verbindungspersonen aus der Strombranche, Angehörige Kantonale Führungsorgane (KFO), etc.) zu verhalten haben (beispielsweise automatisches Einrücken an den Führungsstandort auch ohne Aufgebot >Offline-Alarmplan<).
- Es wird in den kommenden Monaten darum gehen, die Maßnahmen zur Verbesserung und Verstärkung der Zusammenarbeit zu erarbeiten.
- Im Bereich der Kommunikation wurde schnell klar, dass Schnittstellen mit anderen Bundesämtern, aber auch den Kantonen geklärt werden müssen, um eine Unité de Doctrine sicherzustellen und die Frage zu beantworten, wer was an wen kommuniziert.
- Eine Strommangellage hätte in einer computerisierten und vernetzten Gesellschaft wie unserer, gravierende Folgen. Die Konsequenzen eines «Black-Outs» könnten vorübergehend relativ gut gemeistert werden, aber bei einer längerfristigen Mangellage wäre der Bevölkerungsschutz beeinträchtigt oder mindestens stark verlangsamt.
- Die SVU 14 bestätigte die Komplexität der Entscheidungsstrukturen auf Ebene Bund und brachte die Notwendigkeit einer Vereinfachung der Führung ans Licht. All das, was schon vor der Krise kompliziert ist, ist zum Scheitern verurteilt, sobald das Ereignis eintritt!
- Oftmals ist jedoch während der SVU 14 selbst der Eindruck entstanden, dass vielen Beteiligten nicht bewusst ist, was Kritische Infrastrukturen eigentlich sind, was bisher bereits gemacht worden ist und was es noch anzupacken gilt.
- Sensibilisierung der Bevölkerung ist notwendig: Notvorrat, Verhalten bei Stromausfall etc.

49 Quelle: INFO SVU 14 – AUGUST unter URL:
http://www.vbs.admin.ch/internet/vbs/de/home/themen/security/svu14/dokumente.parsys.9373.downloadList.2164.DownloadFile.tmp/svu14newsletteraugust2014.pdf [22.08.14].

50 Quelle: INFO SVU 14 – DEZEMBER unter URL:
http://www.vbs.admin.ch/internet/vbs/de/home/themen/security/svu14/dokumente.parsys.9373.downloadList.43454.DownloadFile.tmp/infosvu14dezemberd.pdf [21.12.14].

- Wie dramatisch die Folgen des Ausfalls der Stromversorgung über mehrere Wochen für Bevölkerung und Wirtschaft wären, vermögen wir uns aufgrund mangelnder Erfahrungen gar nicht auszumalen.
- Das Stromnetz folgt physikalischen Gesetzmäßigkeiten und ist unerbittlich: Wenn die Maßnahmen nicht wirken, schaltet es einfach ab!
- Die Wirtschaft hat in der Normallage wie in einer Krise Versorgungsaufgaben, die sie wahrnehmen muss. Der Staat kann diese Aufgaben nicht ersetzen, aber mittels hoheitlicher Maßnahmen gezielt unterstützen.
- Die Übung SVU 14 war ein Augenöffner – für alle Teilnehmer. Sie zeigte was klappt, was noch nicht klappt und was anders werden muss. Insbesondere scheint das bisher angedachte Rationierungssystem mit mehrstündigen vollständigen Abschaltungen nicht überall praktikabel, weil bei etwa Banktransfers, öffentlichen Verkehrsmitteln oder dem Transport von Lebensmitteln von Zentrallagern zu Detailhändlern immer am einen oder andern Ende kein Strom vorhanden wäre. Die Prozesse kämen deshalb dauerhaft zum Erliegen.
- Ebenfalls ein Problem stellt die Kommunikation dar – sowohl in technischer wie auch inhaltlicher Form. So ist oft nicht klar, wer bei Bund oder Kantonen die zuständigen Stellen sind.

3.4 Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) - Risikomatrix

Die Risikomatrix zeigt, dass von den zwölf untersuchten Gefährdungen, das Szenario einer Pandemie das größte Risiko für die Schweiz darstellt, gefolgt vom Szenario ‚Erdbeben‘ und ‚Ausfall Stromversorgung‘. Für Letztere beiden wurde ein ähnlich hohes Risiko ermittelt. Das Risiko des Erdbebenszenarios wird von großen Schäden beeinflusst. **Beim Szenario zum Stromausfall wird erwartet, dass es mit einer relativ hohen Frequenz auftritt.**[51]

3.5 Das Verhalten der Bevölkerung in Katastrophen und Notlagen

Das umfassende Wissen um das Verhalten der Bevölkerung und dessen Einflussfaktoren ist ein zentrales Element für ein erfolgreiches Katastrophenmanagement.[52]

Die vorliegende Literaturstudie zeigt auf, dass zwar bereits viele theoretische Grundlagen erarbeitet wurden, es allerdings an empirischen Untersuchungen mangelt. Weiter existiert bis anhin kein Gesamtmodell, welches die verschiedenen Erkenntnisse zum Verhalten des Menschen in Katastrophen und Notlagen systematisch zusammenfasst. Dies hat zur Folge, dass die Bedeutsamkeit unterschiedlicher Einflussfaktoren nicht ausreichend geklärt ist.

1. Eine trivial klingende aber bedeutsame Haupterkenntnis ist, dass es sich bei der Bevölkerung nicht um eine homogene Gruppe handelt. Dementsprechend divers und zahlreich sind auch die Verhaltensmuster, die zudem auch parallel ablaufen können, wobei der Fokus der vorliegenden Studie auf dem Verhalten bei Eintritt einer Kata-

51 Quelle: Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS): Katastrophen und Notlagen Schweiz/Risikobericht 2012. In: Internet unter URL: http://www.alexandria.admin.ch/bv001490434.pdf [01.08.14]

52 Quelle: Stiftung Risiko-Dialog St. Gallen (Hrsg.): Das Verhalten der Bevölkerung in Katastrophen und Notlagen – Literaturstudie. Winterthur: Stiftung Risiko-Dialog St. Gallen, 2014. In: Internet unter URL: http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch/internet/bs/de/home/dokumente/Unterlagen_Risiken.parsys.41277.downloadList.4900.DownloadFile.tmp/verhaltenkatastrophen20141128de.pdf [12.01.15].

strophe bis maximal einige Tage danach liegt. Für die Analyse und das Beschreiben des Bevölkerungsverhaltens sind Differenzierungen notwendig, welche nach folgenden Einflussfaktoren erfolgen können: gesellschaftliche und ereignisspezifische Faktoren, Risikowahrnehmung, Wissen und Vertrauen in zuständige Institutionen sowie psychologische Verarbeitungsmechanismen. Dabei gilt zu betonen, dass es sich nicht um isolierbare Faktoren und Mechanismen handelt. Die soziale Interaktion zwischen einzelnen Individuen und zwischen unterschiedlichen Zielgruppen, gilt es, in der weiteren Forschung und vor allem in der Praxis unbedingt zu berücksichtigen.

2. Da das Verhalten von vielen Rahmenbedingungen abhängt, ist es schwer vorhersagbar und steuerbar. Es erscheint demnach sinnvoll, eine Stärkung der Eigenkompetenzen bzw. Förderung adäquaten Bewältigungsverhaltens anzustreben – in Ergänzung zur eher hierarchischen Führung und Information durch Behörden und Einsatzkräfte. Mittels Berücksichtigung gesellschaftlicher und ereignisspezifischer Faktoren und zielgruppenspezifischer Kommunikation können die Risikowahrnehmung, das Wissen und das Vertrauen in die gewünschte Richtung gefördert und somit ein adäquates Bewältigungsverhalten unterstützt werden. Das adäquate Bewältigungsverhalten stellt ein durch differenzierte Informationsverarbeitung, einen angemessenen Stresslevel und hohe Selbstwirksamkeitserwartung geprägtes Verhalten dar, welches ein rationales und proaktives Handeln zu Gunsten der eigenen Sicherheit und der des Umfeldes fördert. Die Stärkung individueller Bewältigungskompetenzen geht somit auch mit einer erhöhten gesellschaftlichen Resilienz einher. Das Wissen um mögliche Verhaltensmuster stärkt aber nicht nur die Kommunikation, sondern bietet die Möglichkeit, Szenarien, Übungen und mögliche Lagebilder differenzierter weiterzuentwickeln.

3. Bisherige Verhaltensannahmen, auf welchen sowohl die Öffentlichkeit als auch der Bevölkerungsschutz aufbaut, sind teilweise verzerrt und verleiten zu Fehlschlüssen. Massenpaniken, Gewalt und Plünderungen sind weitaus seltener als angenommen. Menschen zeigen sich in Katastrophensituationen überwiegend ruhig, rational und vor allem sehr hilfsbereit, falls sie nicht unmittelbar an Leib und Leben gefährdet sind. Verzerrten Annahmen gilt es zu berichtigen und im Katastrophenmanagement zu integrieren.

4. Da die Erkenntnisse auf internationaler Literatur basieren, gilt es für den Kontext Schweiz konkrete Transferüberlegungen anzustellen. Es gilt abzuklären, wie die spezifischen Faktoren, wie zum Beispiel Vertrauen in die Behörden oder Wissen um adäquates Verhalten, in der Schweiz ausgeprägt sind, welche Grundlagen im Bevölkerungsschutz bestehen und welche Möglichkeiten für weitere Umsetzungsideen bestehen.

3.6 Schweizerischer Städteverband

Die Analyse aller für Schweizer Städte im Jahr 2025 relevanten Gefährdungen lässt jedoch einige Akzentuierungen erkennen. So scheint es, als bekämen die Städte die – heute bekannten – natur- und technikbedingten Gefährdungen in den Griff, die Relevanz der ver-

schiedenen Gefährdungen verändert sich kaum. Eine Ausnahme stellen dabei der Stromausfall sowie der Ausfall der Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen dar.[53]

3.7 Deutsch-Französische-Schweizerische Oberrheinkonferenz 2016

Am 7. Dezember fand in Basel ein trinationaler Kongress der Deutsch-Französischen-Schweizerischen Oberrheinkonferenz (ORK) zum Thema „Blackout – grossflächiger grenzüberschreitender Stromausfall“ statt. Ziel war es, die rund 150 teilnehmenden Fachleute u. a. aus den Bereichen Politik, Energie und Sicherheit erstmals grenzüberschreitend über mögliche Ursachen eines solchen Ereignisses zu informieren und sie für die alle Lebensbereiche betreffenden Auswirkungen zu sensibilisieren. Die Experten sind sich einig, dass ein grenzüberschreitendes Blackout ein Risiko mit kleiner Eintretenswahrscheinlichkeit darstellt, im Ernstfall jedoch von großer Tragweite wäre.

Gemeinsame Erklärung anlässlich des Trinationalen Kongress „Blackout – großflächiger grenzüberschreitender Stromausfall“ vom 7. Dezember 2016 in Basel

Die Vorsitzenden der Arbeitsgruppe „Katastrophenhilfe“, des Expertenauschuss „Technologische Risiken“ und der Kommission „Klima und Energie“ der deutsch-französisch-schweizerischen Oberrheinkonferenz (ORK) sind sich einig, dass das Thema „Blackout – großflächiger und grenzüberschreitender Stromausfall“ im trinationalen Kontext weiter konsequent behandelt werden muss. Im Vordergrund stehen bei der Ursachenprävention die Cyberkriminalität und bei der Bewältigung des eingetretenen Ereignisses die grenzüberschreitende Kommunikation und Koordination.[54]

53 Quelle: Schweizerischer Städteverband (Hrsg.): Sichere Schweizer Städte 2025/Gefährdungen, Strategien, Handlungsoptionen. In: Internet unter URL: http://staedteverband.ch/cmsfiles/schlussbericht_sss2025.pdf [01.08.14]

54 Siehe unter URL: http://www.oberrheinkonferenz.org/de/katastrophenhilfe/uebersicht-news/aktuelle-informationen/items/blackout-grossflaechiger-grenzueberschreitender-stromausfall.html [28.02.17].

4 Risikoeinschätzungen Versorgungssicherheit und Krisenvorbereitungen - Deutschland

4.1 Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften durch Stromausfall

In modernen, arbeitsteiligen und hochtechnisierten Gesellschaften erfolgt die Versorgung der Bevölkerung mit (lebens)notwendigen Gütern und Dienstleistungen durch ein hochentwickeltes, eng verflochtenes Netzwerk »Kritischer Infrastrukturen«. Dazu zählen u. a. Informationstechnik und Telekommunikation, Transport und Verkehr, Energieversorgung oder das Gesundheitswesen. Diese sind aufgrund ihrer internen Komplexität sowie der großen Abhängigkeit voneinander hochgradig verletzbar. Terroristische Anschläge, Naturkatastrophen oder besonders schwere Unglücksfälle haben nicht erst im zurückliegenden Jahrzehnt offenkundig gemacht, welche weitreichenden Folgen die Beeinträchtigung oder der Ausfall Kritischer Infrastrukturen für das gesellschaftliche System insgesamt haben können.

Aufgrund der nahezu vollständigen Durchdringung der Lebens- und Arbeitswelt mit elektrisch betriebenen Geräten würden sich die Folgen eines langandauernden und großflächigen Stromausfalls zu einer Schadenslage von besonderer Qualität summieren. Betroffen wären alle Kritischen Infrastrukturen, und ein Kollaps der gesamten Gesellschaft wäre kaum zu verhindern. Trotz dieses Gefahren- und Katastrophenpotenzials ist ein diesbezügliches gesellschaftliches Risikobewusstsein nur in Ansätzen vorhanden.

Fazit

Wie die zuvor dargestellten Ergebnisse haben auch die weiteren Folgenanalysen des TAB gezeigt, dass bereits nach wenigen Tagen im betroffenen Gebiet die flächendeckende und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit (lebens)notwendigen Gütern und Dienstleistungen nicht mehr sicherzustellen ist. Die öffentliche Sicherheit ist gefährdet, der grundgesetzlich verankerten Schutzpflicht für Leib und Leben seiner Bürger kann der Staat nicht mehr gerecht werden. Die Wahrscheinlichkeit eines langandauernden und das Gebiet mehrerer Bundesländer betreffenden Stromausfalls mag gering sein. Träte dieser Fall aber ein, wären die dadurch ausgelösten Folgen selbst durch eine Mobilisierung aller internen und externen Kräfte und Ressourcen nicht »beherrschbar«, allenfalls zu mildern.

Weitere Anstrengungen sind deshalb auf allen Ebenen erforderlich, um die Resilienz der Sektoren Kritischer Infrastrukturen kurz- und mittelfristig zu erhöhen sowie die Kapazitäten des nationalen Systems des Katastrophenmanagements weiter zu optimieren. Im TAB-Bericht sind hierzu Vorschläge zur Diskussion gestellt worden. Der Stromausfall als ein Paradebeispiel für »kaskadierende Schadenswirkungen« sollte deshalb auf der Agenda der Verantwortlichen in Politik und Gesellschaft weiterhin hohe Priorität haben, auch um die Sensibilität für diese Thematik in Wirtschaft und Bevölkerung zu erhöhen. Der vorgelegte TAB-Bericht soll auch hierzu einen Beitrag leisten.

Quelle: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (Hrsg.): *Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung*. Berlin: Deutscher Bundestag, 2011 unter URL: http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/056/1705672.pdf [08.04.15]

4.2 Deutscher Bundestag - Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2014

Die Risikoanalyse erfolgt auf fachlicher Basis. Sie ist als sachlich-nüchterne Bestandsaufnahme dessen zu verstehen, womit bei Eintreten unterschiedlicher Gefahren in Deutschland zu rechnen ist. Sie nimmt weder eine Priorisierung einzelner Szenarien noch eine politische Bewertung von Risiken oder zu ergreifenden Vorsorgemaßnahmen vorweg.

Infolge des Sturms kommt es zudem zu schweren Schäden an Infrastrukturen der Energieversorgung, was zu großflächigen Stromausfällen führt.

Gleichzeitig sind von den teils langanhaltenden Stromausfällen infolge des Sturms bundesweit zeitweise mehr als 6 Mio. Personen betroffen. Das für das Ereignis anzunehmende Schadensausmaß sowie die besonderen Herausforderungen für seine Bewältigung resultieren insbesondere aus der Kombination der drei Faktoren „Orkan“, „sehr schwere Sturmflut“ und „Stromausfall“. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei auch die teils kombinierten Auswirkungen dieser Ereignisse auf die Funktionsfähigkeit von Kritischen Infrastrukturen und damit auf die (Nicht-) Verfügbarkeit ihrer Versorgungsleistungen für die Bevölkerung.

Grundlegende Annahmen aus dem Szenario

Mehr als 6 Mio. Menschen leben in den vom Stromausfall betroffenen Gebieten. Diese Zahl nimmt im Zuge der sukzessiven Wiederherstellung der Stromversorgung im zeitlichen Verlauf wie folgt ab:

- unmittelbar: mehr als 6 Mio. vom Stromausfall Betroffene,
- nach 24 Stunden: mindestens 4,8 Mio. vom Stromausfall Betroffene,
- nach 1 Woche: mindestens 3 Mio. vom Stromausfall Betroffene,
- noch nach 3 Wochen: mindestens 600.000 vom Stromausfall Betroffene.

Ermittlung Schadensausmaß: Stromausfallbedingt: ca. 1.000 Tote

Herleitung:

Einwohner in Stromausfallgebieten: ca. 6,3 Mio. Dies entspricht ca. 90% der für die Risikoanalyse Wintersturm angenommenen 7 Mio. Einwohner.

- Risikoanalyse Wintersturm: ca. 100 Tote unmittelbar (z.B. durch Autounfälle aufgrund ausgefallener Ampelanlagen), zusätzlich ca. 1.000 Tote infolge von Pflegebedürftigkeit (z.B. durch Evakuierungen, kältebedingt erhöhter Herz-Kreislauf-Morbidität, Mortalität aufgrund des Ausfalls von Heizungen)
    - Herleitung: Für die Risikoanalyse Wintersturm wurde angenommen, dass in den Stromausfallgebieten 36.000 Patienten in Krankenhäusern, 430.000 Pflegebedürftigen/Personen in häuslicher Pflege leben (Abschätzung auf folgender Grundlage: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg., 2008): Demographischer Wandel in Deutschland Heft 2. Auswirkungen auf Krankenhausbehandlungen und Pflegebedürftige im Bund und in den Ländern. Wiesbaden). Annahme für die Risikoanalyse Wintersturm: davon versterben 0,2% infolge von Pflegebedürftigkeit.
- vereinfachte Annahme: davon jeweils 90%: 90 Tote unmittelbar, 900 Tote infolge von Pflegebedürftigkeit

Darüber hinaus werden auch psychologische Auswirkungen auf mehrere Tausend Menschen angenommen, die zwar nicht unmittelbar durch den Stromausfall betroffen sind, jedoch mittelbare hierdurch belastet werden (z. B. Sorge um Angehörige, Trauer infolge von Verlusten)

Quelle: Deutscher Bundestag (Hrsg.): *Unterrichtung durch die Bundesregierung - Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2014.* Berlin: Deutscher Bundestag, 2014. In: Internet unter URL:
http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/036/1803682.pdf [12.01.15].

4.3 Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) - Stromausfall

Ein großflächiger mehrtägiger Stromausfall in Deutschland käme einer nationalen Katastrophe gleich. Aufgrund unserer hohen Abhängigkeit von der Stromversorgung würde ein solcher Ausfall lebenswichtige Funktionen unserer Gesellschaft stark beeinträchtigen und kollabieren lassen. Die Bevölkerung, die Gesellschaft und ihre besonders wichtigen Einrichtungen müssen daher vor den Auswirkungen eines Ausfalls der Kritischen Infrastruktur Stromversorgung umfassend geschützt werden. Vorbeugung, Vorbereitung und richtige Reaktion auf Stromausfälle sind deshalb wichtige Aufgaben des Bevölkerungsschutzes.

Die **Schwarzstartfähigkeit** hat keine Bedeutung für die Verwundbarkeit einer Struktur, sondern stärkt die ‚Resilienz‘ des Gesamtsystems. (…) Im Rahmen des Projektes GRASB **war es nicht möglich, die tatsächlich vorhandene Schwarzstartfähigkeit und die nach einem großflächigen Stromausfall benötigte Schwarzstartfähigkeit in Erfahrung zu bringen** und zu bewerten: Weder die Daten zur vorhandenen noch zur ggf. benötigten schwarzstartfähigen Leistung erwiesen sich als zugänglich.[55]

Auch die vermehrte Einspeisung durch Erzeugungsanlagen in die Verteilnetze führt dazu, dass der Bedarf an Information und Koordination zwischen Systemverantwortlichen und anderen Systemteilnehmern zur Überwachung und Einhaltung der Stabilität in erheblichem Maße weiter steigt.

Diese große Anzahl an Akteuren, welche an der Bewertung und Durchführung von Stabilisierungsmaßnahmen beteiligt sind, erfordert gleichzeitig einen wesentlich komplexeren **Koordinationsaufwand** für die Systemverantwortlichen.

Die Einspeisung von Wind- und Sonnenenergie erfordert im Hinblick auf die Sicherstellung der Netzstabilität einen deutlich höheren **Kommunikationsaufwand**.[56]

4.4 Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) - Bevölkerung

Das Ziel der Studie „Kapazitäten der Bevölkerung zur Bewältigung eines lang anhaltenden flächendeckenden Stromausfalles“[57] ist die Schaffung einer wissenschaftlichen Grundlage

55 Anmerkung: Die Schwarzstartfähigkeit von Kraftwerken ist die Basis, damit nach einem Blackout das Stromnetz wieder hochgefahren werden kann. Auf Übertragungsnetzebenen gibt es grundsätzlich Vorkehrungen, die wesentliche Frage ist, ob diese unter den heutigen Rahmenbedingungen noch ausreichend sind. Darüber hinaus würde eine dezentrale Schwarzstartfähigkeit die Bildung von regionalen Strominseln im Blackout-Fall begünstigen.

56 Quelle: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg): Stromausfall – Grundlagen und Methoden zur Reduzierung des Ausfallrisikos der Stromversorgung. Bonn: BBK, 2014 In: Internet unter URL: http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BBK/DE/2014/Publikation_Reduzierung_Stromausfallrisiko.html [01.08.14].

57 Quelle: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg): Kapazitäten der Bevölkerung zur Bewältigung eines lang anhaltenden flächendeckenden Stromausfalles. Bonn: BBK, 2013 In: Internet unter URL: http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/Band_12_

zur Quantifizierung der Bewältigungskapazitäten der Bevölkerung gegenüber einem großflächigen langanhaltenden Stromausfalles. Des Weiteren soll der Einfluss der wesentlichen sozioökonomischen Faktoren auf diese Kapazitäten erfasst werden.

Im Juni 2012 wurde eine telefonische Bevölkerungsbefragung in Deutschland durchgeführt, an der 2.000 deutschsprachige Haushalte teilgenommen haben. Die Stichprobenziehung erfolgte als geschichtete Zufallsstichprobe auf Grundlage des ADM-Telefonstichproben-Systems. Als Zielperson wurde die haushaltsführende Person ausgewählt. Folgende wesentliche Erkenntnisse konnten aus der Auswertung der Befragungsdaten gewonnen werden:

- Der überwiegende Teil der Bevölkerung betreibt keine Bevorratung im Sinne des Katastrophenschutzes, trotzdem sind nicht unerhebliche Kapazitäten, wenn auch unbewusst, in den deutschen Haushalten vorhanden.
- Von den befragten Haushalten gaben 19% an, über keine Lebensmittel-, 13% über keine Trinkwasser- und 52% über keine Brauchwasserbevorratung zu verfügen. Einen Zugang zu einer natürlichen Wasserquelle besitzen vor allem Haushalte in Gemeinden mit geringerem Bevölkerungsanteil.
- Die Bevorratungsdauer lebensnotwendiger Medikamente beträgt beim überwiegenden Teil der Bevölkerung (94%) mindestens eine Woche. Das Lebensalter übt dabei den stärksten Einfluss auf die Bevorratungsdauer der lebensnotwendigen Medikamente und den Zugang zu alternativen Unterbringungsmöglichkeiten aus.
- Im direkten Vergleich sind Haushalte ohne Katastrophenerfahrung eher schlechter auf einen lang anhaltenden flächendeckenden Stromausfall vorbereitet.
- Haushalte mit Migrationshintergrund gehen von eher weniger verlässlicher nachbarschaftlicher Hilfe aus.
- Als einer der wesentlichen Beeinflussungsfaktoren stellte sich im Rahmen dieser Befragung das Wohnungseigentum heraus. Als Teil der Infrastruktur, in der die Haushalte eingebunden sind, übt die Variable wesentlichen Einfluss auf die in den Haushalten vorgehaltenen Bewältigungskapazitäten aus.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass **Bewältigungskapazitäten** in der Bevölkerung **grundsätzlich vorhanden** sind, **diese jedoch deutlich höher ausfallen, wenn der Haushalt bereits mit dem Thema des lang anhaltenden Stromausfalles konfrontiert worden ist.** Eine Bevorratungsdauer von einer Woche erscheint bei der Bevorratung von Lebensmitteln, Trinkwasser und Brauchwasser am ehesten umsetzbar. Das Risikobewusstsein der Bevölkerung muss im Hinblick auf lang anhaltende Stromausfälle gesteigert werden.

4.5 Medikamentenversorgung bei Stromausfall in Berlin

Die Forschungsarbeit „Medikamentenversorgung bei Stromausfall in Berlin“[58] hat die Medikamentenversorgung bei Stromausfall in Berlin untersucht und kommt zu wichtigen Erkenntnissen:

PraxisBS_Stromausfall.pdf?__blob=publicationFile [01.08.14].

58 Quelle: http://www.herbert.saurugg.net/?p=2974 [16.08.15].

- Vorhandenes Wissen ist meist auf wenige Experten konzentriert, die im Bedarfsfall nicht unbedingt zur Verfügung stehen.
- Während einige Länder bereits Erfahrungen mit den Folgen eines flächendeckenden langanhaltenden Stromausfalls hatten, können andere Länder nur aus diesen Erfahrungen lernen und die eigene vorbeugende Gefahrenabwehr dahingehend optimieren.
- Trotz der kantonalen Hoheit im Gesundheitswesen (Schweiz) haben alle Kantone das Konzept des koordinierten Sanitätsdienstes akzeptiert.
- Um Problemen entgegen zu wirken, kann durch einfache, wenn auch zeitaufwendige Maßnahmen die Versorgung der Bevölkerung gesichert werden. In erster Linie ist die Erstellung einer Übersicht aller notstromversorgte n Apotheken notwendig.
- Zur Verringerung der Chaos-Phase im Ernstfall ist eine genaue Vorbereitung auf ein mögliches Ereignis erforderlich. Dies muss zum einen über die Einbindung des Personals in die vorbereitenden Maßnahmen, zum anderen durch das Erstellen von Checklisten in Zusammenarbeit mit dem Krisenmanagement des Krankenhauses geschehen.
- Dem Apotheker wird als leicht zugänglicher Ansprechpartner und Knotenpunkt zwischen den Beteiligten des Gesundheitssystems eine zentrale Position zugesprochen. Je nach ihrer Tätigkeit sollen die Apotheker tätig werden, um im Vorfeld sowie während einer Katastrophe effektiv zu einem milden Ausgang beizutragen.

4.6 Die Rolle der Bevölkerung in der Ernährungsnotfallvorsorge

Konzepte zur Ernährungsnotfallvorsorge (ENV) versuchen darzustellen, wie Bund, Länder und Kommunen im Fall einer Versorgungskrise agieren können oder sollen, um die Bevölkerung mit Nahrungsmitteln zu versorgen. Das Forschungsforum untersucht im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojektes “Neue Strategien der Ernährungsnotfallvorsorge (NeuENV)“, welche Rolle die privaten Haushalte in einer reformierten Ernährungsnotfallvorsorge übernehmen können. **Dabei stellte sich heraus, dass ein Großteil der Bevölkerung nicht, wie derzeit vorgesehen, Vorräte für 14 Tage anlegt. 77,7 Prozent aller von den Forschern Befragten kommen dagegen nur bis zu zwei Tage ohne eine zusätzliche Versorgung aus. Eine Selbsthilfekapazität von 14 Tagen trauen sich nur 12,3 Prozent zu.** Die Forscher empfehlen daher, das bestehende ENV-Konzept zu überarbeiten. Dieses sollte dann ein verbraucherorientiertes Kommunikationskonzept zur optimalen Bevorratung privater Haushalte beinhalten – wobei auch die Unternehmen der Ernährungswirtschaft einzubinden wären.[59]

4.7 artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit

Mit dem Fortschreiten der Energiewende rückt zunehmend die Frage nach der Sicherheit in den Fokus, mit der die Energiesysteme die von ihnen erwarteten Dienstleistungen tatsächlich lückenlos und mit der erwarteten Qualität erbringen können. **Für eine Übergangszeit**

59 Quelle: http://direkt.sicherheits-berater.de (Forschungsforum Öffentliche Sicherheit (Hrsg.:): Ergebnisse interdisziplinäre Risiko- und Sicherheitsforschung: Eine Zwischenbilanz des Forschungsforum Öffentliche Sicherheit. Berlin: Forschungsforum Öffentliche Sicherheit, 2015 unter URL: http://www.sicherheit-forschung.de/schriftenreihe/sr_v_v/sr_17.pdf [08.04.15])

muss von einer Zunahme von Instabilitäten und Störereignissen ausgegangen werden, für die es wenige Erfahrungswerte gibt.

Die massive Transformation des komplexen Systems der leitungsgebundenen Energieversorgung im Rahmen der Energiewende führt mit hohem Tempo in einen nicht eindeutig festgelegten, aber in jedem Fall unerprobten Zustand, **was zumindest zeitweise mit einer deutlich höheren Gefährdung der Versorgungssicherheit einhergehen dürfte.**

Es ist davon auszugehen, dass stets in Art oder Ausmaß unvorhergesehene Störereignisse (Überraschungen) auftreten.[60]

4.8 Regierungspräsidium Karlsruhe

Mit der sehr komplexen Thematik eines lang anhaltenden und flächendeckenden Stromausfalls hat sich unter Federführung des Regierungspräsidiums Karlsruhe ein landesweiter Arbeitskreis beschäftigt. Entstanden ist eine Muster-Notfallplanung als Hilfsmittel für alle von den Planungen betroffenen Stellen.

Bei einem flächendeckenden Stromausfall muss davon ausgegangen werden, dass eine Hilfe aus Nachbarbereichen nicht stattfinden kann, da alle verfügbaren Ressourcen im jeweiligen Bereich benötigt werden. **Dies bedeutet, dass Behörden, Betriebe und Kommunen mit den eigenen Mitteln auskommen müssen.**[61]

4.9 CHARITÉ - Universitätsmedizin Berlin

Die Schwerpunkte des Hilfebedarfs der Pflegeeinrichtungen liegen in verschiedenen Bereichen. Die Versorgung mit Brauch- und Nutzwasser ist bei einem Stromausfall nicht mehr gegeben. Die Bewohner können dadurch nicht wie gewohnt die sanitären Einrichtungen benutzten, da die Spülungen der Toiletten nicht funktionieren und das Wasser zum Waschen nicht verfügbar ist. Die tägliche Körperhygiene ist somit nicht möglich.

Bei einem Stromausfall ist davon auszugehen, dass die mit Akku betriebenen Beatmungsgeräte in den Einrichtungen nach ca. 4-6 Stunden ihre Funktionsfähigkeit verlieren werden. Die elektrisch betriebenen Sauerstoffkonzentratoren sind ohne Strom nicht funktionsfähig, da sie über keinen Akku verfügen. In drei Einrichtungen, die zur Kategorie 3 (>100 Betten) zählen, wurden zum Zeitpunkt der Befragung neun Bewohner beatmet.

Die durchschnittliche Bevorratung mit Getränken in den Einrichtungen beträgt drei Tage. Der Vorrat an Lebensmitteln, die kalt gegessen werden können, beträgt durchschnittlich zwei Tage.

Da in den Einrichtungen offenbar nur ein Minimum an Notbeleuchtung vorgehalten wird, ist damit zu rechnen, dass die Bewohner zunehmend verängstigt und orientierungslos sein werden und somit das Sturz- und Unfallrisiko steigen wird.

Räumungs- und Evakuierungspläne beschreiben lediglich die Flucht und Rettungswege, aber nicht den nötigen Personal- und Materialbedarf für eine Räumung.

60 Quelle: artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit (Hrsg.): Thesenpapier 1/Vulnerabilität und Resilienz als Konzepte zum Umgang mit irreduziblen Unsicherheiten bei der Energiewende. In: Internet unter URL: http://www.resystra.de/files/publikationen/thesenpapier-1-vulnerabilitaet-und.master.pdf [01.08.14]

61 Quelle: Regierungspräsidium Karlsruhe: Musternotfallplan Stromausfall/Handlungsempfehlungen zur Vorbereitung auf einen flächendeckenden und langanhaltenden Stromausfall. In: Internet unter URL: http://www.feuerwehr.de/news.php?id=10265 [01.08.14]

Aus den angeführten Gründen sehen wir die Mitarbeiterverfügbarkeit als einen kritischen Punkt bei einem langanhaltenden und flächendeckenden Stromausfall an.[62]

4.10 Studie „Resilien-Tech“

Erkenntnisse aus der deutschen Studie „Resilien-Tech“ – „Resilience-by-Design“: Strategie für die technologischen Zukunftsthemen:[63]

Unternehmen sind aus verschiedenen Gründen gefordert, sich mit den operationalen Risiken auseinanderzusetzen. Das Aktiengesetz, das Handelsgesetzbuch und weitere Gesetze thematisieren die Risikofrüherkennung und – behandlung als Teil der Verantwortung der Organe eines kapitalmarktorientierten Unternehmens. Bei näherer Untersuchung der operationalen Risiken aus den sogenannten Risikoberichten der Unternehmen fällt auf, dass der Bezug zu Elementarschäden, Katastrophen und Krisen in diesen Berichten gänzlich fehlt. Bei der Betrachtung von operationalen Risiken liegt in der Praxis der Fokus auf Risiken mit höherer Eintrittswahrscheinlichkeit, da die Investition zur Behandlung von sehr unwahrscheinlichen Risiken häufig als wirtschaftlich nicht sinnvoll erachtet wird. Da die durch Unternehmen berichteten Risikogruppen keine Katastrophen und Krisen enthalten, sollte analysiert werden, ob existenzbedrohende Risiken, die bestimmten Risikokategorien zugeordnet werden können, zentral als Vorgabe zu definieren sind.

Die Herstellung von Resilienz oder deren Aufrechterhaltung wird häufig als Konflikt zur originären Geschäftstätigkeit gesehen. Der Auftrag von Unternehmen ist eher dadurch definiert, Dienstleistungen zu erbringen, Produkte zu erzeugen und einen wirtschaftlichen Gewinn zu erzielen. Unternehmen verstehen als unmittelbares Ziel ihrer geschäftlichen Tätigkeit, das Überleben des Unternehmens zu gewährleisten, dabei wirtschaftlich zu agieren und Erträge zu erzielen, was ebenfalls als Teil von Resilienz gesehen werden muss. Hierbei handelt es sich jedoch nur um eine Komponente der exogenen Einflussfaktoren, gegen die Unternehmen resilient sein müssen. Andere Faktoren wie Naturkatastrophen und Elementarschäden finden in diesem Kontext keine Beachtung. Die Beschränkung auf die Betrachtung wirtschaftlicher Risiken und die Herstellung von Resilienz gegen diese ist nicht ausreichend.

4.11 Hamburgisches WeltWirtschaftsInstitut (HWWI; DEU)

Denn neben Naturkatastrophen können **großflächige Stromausfälle** auch aus technischer Überlastung der Netze resultieren. Und hier birgt Deutschlands Umstieg auf erneuerbare Energien ein **wachsendes Risikopotential** über gestiegene Erzeugungsvolatilität, zum Beispiel in Form von Veränderungen in der Netzspannung bei Starkwindeinspeisung.

Um den hier vorherrschenden Unsicherheiten Rechnung zu tragen, **beschränkt sich die Studie bewusst auf Stromausfälle einer Länge von nicht mehr als einer Stunde.** Schwer abzuschätzende Kosten bei längeren Ausfällen, wie beispielsweise durch die Unterbrechung der Lieferketten oder den Ausfall von Kühlsystemen, werden damit aus der Analyse ausgeklam-

62 Quelle: CHARITÉ - Universitätsmedizin Berlin (Hrsg.): Pflegeeinrichtungen bei einem langanhaltenden Stromausfall - Status quo der eigenen Vorsorge. In: Internet unter URL: http://www.kat-leuchtturm.de/assets/content/images/pdfs/Pflegeeinrichtungen%20bei%20einem%20langanhaltenden%20Stromausfall%20-%20%20Status%20quo%20der%20eigenen%20Vorsorge_final_klein_V01.pdf [09.08.14].

63 Quelle: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.: „Resilien-Tech“ – „Resilience-by-Design“: Strategie für die technologischen Zukunftsthemen. In Internet unter URL: http://www.acatech.de/de/publikationen/publikationssuche/detail/artikel/resilien-tech-resilience-by-design-strategie-fuer-die-technologischen-zukunftsthemen-1.html [19.01.15].

mert. Stattdessen liegt der Fokus allein auf kurzfristigen Produktionsausfällen. Grundgerüst ist dabei der sogenannte Value of Lost Load (VoLL). Käme es um die Mittagszeit zum Blackout, lägen die Kosten für ganz Deutschland bei etwa 592,7 Millionen Euro.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse sehr anschaulich, welche Summen bei unzureichender Netzsicherheit auf dem Spiel stehen. Zukünftige Anwendungsmöglichkeiten könnten sich so zum Beispiel im Rahmen von Kosten-Nutzen-Analysen von Projekten des Stromnetzausbaus ergeben.[64]

4.12 McKinsey

Um die Versorgungssicherheit in Deutschland jedoch langfristig effizient zu sichern, ist es unbedingt erforderlich, die Elemente gesamthaft und marktbasiert zu betrachten und das aktuelle Marktdesign weiterzuentwickeln.

Die aktuellen Vorzeichen weisen leider eher in eine andere Richtung: weniger statt mehr Markt (bspw. zunehmende Eingriffe durch Netzbetreiber, Abschaltverbot etc.), weniger statt mehr Systemdenken (bspw. zunehmende Anzahl von Insellösungen) und weniger statt mehr Europa (bspw. Phasenschieber an den Grenzen). Es ist höchste Zeit, diese Tendenzen umzukehren.[65]

4.13 Netzwerke gefährdeter als gedacht

Forscher warnen vor Anfälligkeit des Stromnetzes und anderen geografisch angepassten Netzen.

Ohne Strom kein Rechnernetz - und oft auch umgekehrt: Wenn mehrere Netzwerke voneinander abhängig sind, steigt ihre Anfälligkeit. Besonders heikel wird es, wenn eines von ihnen nicht willkürlich angeordnet ist, sondern geografischen Gegebenheiten angepasst wurde – wie etwa ein Stromnetz. Dann kann bereits ein einzelner defekter Knoten einen Totalausfall verursachen, wie Forscher im Fachmagazin "Nature Physics" berichten.[66]

4.14 Allianz-Versicherung – Power Cuts

Power cuts are becoming more and more frequent. Large-scale, supraregional blackouts are increasingly a realistic scenario. Even small outages can have disastrous effects on unprepared businesses.[67]

4.15 Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag

Aufgrund der nahezu vollständigen Durchdringung der Lebens- und Arbeitswelt mit elektrisch betriebenen Geräten würden sich die Folgen eines langandauernden und großflächi-

64 Quelle: Hamburgisches WeltWirtschaftsInstitut (HWWI): Licht ins Dunkel/Eine Schätzung potenzieller Schäden aus Stromausfällen in Deutschland. In: Internet unter URL: http://www.hwwi.org/uploads/tx_wilpubdb/HWWI-Update_09_2013.pdf [01.08.14]
Gesamte Studie: Hamburgisches WeltWirtschaftsInstitut (HWWI): Regional Diversity in the Costs of Electricity Outages/Results for German Counties. In: Internet unter URL: http://www.hwwi.org/uploads/tx_wilpubdb/HWWI_Research_Paper_142.pdf [01.08.14]

65 Quelle: Vahlenkamp, Thomas/Gohl, Matthias: Energiewende-Index Deutschland 2020 – Fokusthema Versorgungssicherheit. McKinsey: ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE TAGESFRAGEN 63. Jg. (2013) Heft 3 im Internet unter URL: http://www.mckinsey.de/sites/mck_files/files/ET_3_13-Vahlenkamp-Gohl.pdf [01.08.14]

66 Quelle: Internet unter URL: http://www.scinexx.de/inc/artikel_drucken.php?id=16577&a_flag=1 [01.08.14]

67 Quelle: Allianz-Versicherung unter URL: http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/GRD/GRD%20individual%20articles/Power_blackout_risks_article.pdf [01.08.14]

gen Stromausfalls zu einer Schadenslage von besonderer Qualität summieren. **Betroffen wären alle Kritischen Infrastrukturen, und ein Kollaps der gesamten Gesellschaft wäre kaum zu verhindern. Trotz dieses Gefahren- und Katastrophenpotenzials ist ein diesbezügliches gesellschaftliches Risikobewusstsein nur in Ansätzen vorhanden.**

Fazit

Die Folgenanalysen haben gezeigt, dass **bereits nach wenigen Tagen im betroffenen Gebiet die flächendeckende und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit (lebens)notwendigen Gütern und Dienstleistungen nicht mehr sicherzustellen ist.** Die öffentliche Sicherheit ist gefährdet, der grundgesetzlich verankerten Schutzpflicht für Leib und Leben seiner Bürger kann der Staat nicht mehr gerecht werden. Die Wahrscheinlichkeit eines langandauernden und das Gebiet mehrerer Bundesländer betreffenden Stromausfalls mag gering sein. Träte dieser Fall aber ein, kämen die dadurch ausgelösten Folgen einer nationalen Katastrophe gleich. Diese wäre selbst durch eine Mobilisierung aller internen und externen Kräfte und Ressourcen nicht „beherrschbar“, allenfalls zu mildern.[68]

4.16 Projekt TankNotStrom

Auch wenn die Wahrscheinlichkeit eines flächendeckenden und lang anhaltenden Stromausfalls von der Mehrheit der befragten Experten als sehr gering eingeschätzt wurde, würde der Eintritt dieses Ereignisses, und darüber waren sich alle einig, eine Katastrophe bedeuten. Das dargestellte Szenario hat gezeigt, dass ein Stromausfall in Berlin erhebliche Auswirkungen auf die flächendeckende und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit lebenswichtigen Gütern und Dienstleistungen hätte.[69]

4.17 Chief Risk Officers Forum

Power cuts are becoming more and more frequent. Large-scale, supraregional blackouts are increasingly a realistic scenario. Even small outages can have disastrous effects on unprepared businesses.

„Controlling power blackout risks should not just be limited to having emergency back-up generators.”

„Companies need to review whether they have the right controls in place. Power outages are not beyond control.“[70]

4.18 Innenministerium Baden-Württemberg

Welche schwerwiegenden Folgen gerade lange andauernde und großflächige Stromausfälle haben können, haben besonders die Ereignisse im Münsterland 2005 gezeigt. In Baden-

68 Quelle: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (Hrsg.): Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung. In: Internet, 2011, unter URL: http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/056/1705672.pdf [01.08.14]

69 Quelle: Böhme, Karl/Geißler, Sarah/Schweer, Benedikt: Szenario eines großflächigen und lang anhaltenden Stromausfalls in Berlin. In: Internet, 2011, unter URL: http://www.dtrg.org/blog/wp-content/uploads/2012/01/szenario-berlin.pdf [01.08.14]

70 Quelle: CRO Forum (Hrsg.): Power Blackout Risks/Risk Management Options/Emerging Risk Initiative – Position Paper. In: Internet, 2011, unter URL: http://www.thecroforum.org/wp-content/uploads/2011/11/CRO-Position-Paper-Power-Blackout-Risks-.pdf

Württemberg wurde bereits 2004 bei der strategischen Krisenmanagement-Übung LÜKEX (Länderübergreifende Krisenmanagement Exercise) ein ähnliches Szenario durchgespielt und die übergreifende Bewältigung eines großflächigen und lange andauernden Stromausfalles unter Beteiligung privatwirtschaftlicher Akteure geübt. Dabei zeigte sich, dass im Falle einer großflächigen Unterbrechung der Stromversorgung mit verschiedensten schwerwiegenden Auswirkungen zu rechnen und das Funktionieren nahezu aller Gesellschaftsbereiche maßgeblich gestört oder behindert ist.

Technische und organisatorische Vorsorge- und Bewältigungsmaßnahmen können durch ein strukturiertes Risiko- und Krisenmanagement negative Folgen von Stromausfällen stark begrenzen. Der organisationsübergreifenden Kooperation und dem Informationsaustausch zwischen staatlich und privatwirtschaftlich organisierten Akteuren kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Dabei sind die unterschiedlichen Strukturen und Abläufe zu berücksichtigen.[71]

4.19 Forschungsprojekt „Energiesysteme der Zukunft“/Das Energiesystem resilient gestalten

Deutschland ist bisher von Ausfällen der Versorgung durch Wetterextreme weitgehend verschont geblieben. **Daher liegt jedoch kaum Handlungswissen für derartige Situationen vor**; die Konsequenzen könnten besonders gravierend ausfallen. Dies könnte verhindert werden, wenn sowohl die Bevölkerung als auch spezifische Nutzergruppen für die Gefahren sensibilisiert würden. Beispiele für konkrete Maßnahmen sind regelmäßige Notfallübungen, Planspiele, Blackout-Simulationen, Informationen über Vorsorgemaßnahmen für Privathaushalte und eine offene Kommunikation über mögliche Risiken.

Wegen der erhöhten Gefahr eines Blackouts sollten Erneuerbare-Energie-Anlagen frühzeitig auf das Erkennen einer Notversorgungssituation, die Übernahme der (natürlich eingeschränkten) und in der Regel nur kurzzeitig möglichen Versorgung des Eigenbedarfs sowie auf die Schwarzstartfähigkeit vorbereitet werden, damit sie auch unabhängig vom Stromnetz agieren können (notversorgungsfähige Energiezellen). Darüber hinaus sind Prozeduren (und Befähigungen in den Energiezellen) künftig erforderlich, mit deren Hilfe selbstorganisiert ein Wiederaufbau der Versorgung gelingen kann. Siehe Orchestrieren statt Steuern von außen.

Das Vorsorgeprinzip sollte besonders auch im Zuge der Energiewende stärker berücksichtigt werden. Zwar führen Vorsorgemaßnahmen zumindest kurzfristig gedacht zu vermeintlichen Effizienzverlusten. Allerdings sind sie eine kluge Rückversicherung gegenüber unvorhersehbaren Störungen und negativen Ereignissen, die sich oft einer genaueren quantitativen Abschätzung entziehen. Sie lassen sich sehr schwer "einpreisen" und sind damit der bisher üblichen, rein betriebswirtschaftlich orientierten Betrachtungsweisen so gut wie nicht zugänglich.

Anlagen zur Energiegewinnung, -verteilung und -bevorratung müssen geografisch so verteilt werden, dass sie einerseits zeitweise unabhängige Versorgungseinheiten bilden können (Energiezellensystem). Andererseits ist eine "flächige" und nicht auf zentrale Orte fixierte

71 Innenministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Krisenhandbuch Stromausfall – Kurzfassung/Krisenmanagement bei einer großflächigen Unterbrechung der Stromversorgung am Beispiel Baden-Württemberg. Stuttgart: 01.03.2011, unter URL: http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenKritis/Krisenhandbuch_Stromausfall_Kurzfassung_pdf.pdf [01.08.14]

Systemstruktur hilfreich, immer vorhandene Unterschiede bei der Energiegewinnung, der Nutzung und der Speicherung auf eher kurze Distanzen auszugleichen.

In dem frühzeitig Notfallvorkehrungen und -regelungen getroffen werden, können negative Konsequenzen im Falle einer unerwarteten Krise verringert werden. Geeignete Notfallpläne sind zum Beispiel Sensibilisierungs-und Übungsmaßnahmen mit beteiligten Akteuren. **Werden sie transparent und offen kommuniziert, dann auch umgesetzt, ist nicht zu erwarten, dass damit unnötige Ängste oder Abwehrhaltungen gegenüber der Energiewende geschürt werden.** Dabei sollte deutlich gemacht werden, welche Handlungsoptionen und Präventivmaßnahmen zur Verfügung stehen.

Gleichzeitig wird es schwieriger, Gefährdungen der Versorgungssicherheit abzuschätzen.**Je komplexer ein System ist, desto mehr Ansatzpunkte gibt es für unvorhersehbare Störungen, und desto eher können Probleme, die in einem Teilbereich auftauchen, das gesamte System beeinträchtigen** (Systemische Risiken).

Weil nicht vorhersehbar ist, welche Ereignisse und Entwicklungen im Wechselspiel von internen und externen Einflüssen zu massiven Störungen der Energieversorgung und der IKT führen könnten, müssen Schutzkonzepte über den wahrscheinlichen und immer auch zu erwartenden Störfall hinausgehen (Komplexe Systeme).

Information und Aufklärung der Bevölkerung können dazu beitragen, dass die Folgen von Versorgungsausfällen weniger dramatisch ausfallen. Erfahrungen aus Großbritannien zeigen, dass Unterricht und Schulungen signifikante Wirkung zeigen (vgl. Sicherheitskommunikation).

Wichtig ist daher ein Wechsel der Perspektive: weg von kurzfristiger Optimierung und vermeintlicher Effizienzsteigerung hin zu langfristigem, strategischem, auch nachhaltigem Denken.

Eine Resilienzstrategie ist nicht auf zu erwartende externe Belastungen fokussiert. Ihr Ziel ist es vielmehr, das System so robust zu gestalten, dass es seine Funktionsfähigkeit weitestgehend erhalten oder – egal was passiert – so schnell wie möglich die uneingeschränkte Funktionsfähigkeit wiederherstellen kann.

Um Schäden durch einen Energieausfall und/oder IKT lokal zu begrenzen und die Funktionen des Gesamtsystems so schnell wie möglich wiederherzustellen, müssen Bevölkerung und Unternehmen gut informiert und bei der Selbsthilfe unterstützt werden. Der Fähigkeit zur Selbsthilfe, auch zur Nachbarschaftshilfe, kommt ganz besondere Bedeutung zu. Siehe hierzu unser Konzept der Selbsthilfe-Basen.

Wenn die Systeme, besonders auch das Energiesystem dezentraler werden, müssen auch die Möglichkeiten zur Notfallversorgung und zum Wiederaufbau der Versorgung dezentral angelegt sein und im Ernstfall funktionieren . Das aber bedeutet wiederum, dass solche Ernstfälle in abgegrenzten Bereichen immer wieder geübt werden müssen, damit für das Gesamtsystem die höchstmögliche Verfügbarkeit erreicht werden kann.

Zuletzt müssen die gesellschaftliche Akzeptanz für eine langfristige Transformation des Energiesystems und das Bewusstsein, dass es zu Störungen und Ausfällen kommen kann, gefördert werden. Das Gleiche gilt jedoch in immer mehr zunehmenden Maß auch für die IKT, denn solche Entwicklungen wie Industrie 4.0 verlangen ebenso Robustheit. Diese unerlässliche Forderung bedingt zudem auch, dass "Puffer" in die Systemstrukturen bewusst einge-

baut werden, um immer mögliche (Teil-)Ausfälle in ihrer Auswirkung auf das Ganze begrenzen zu können.

Aufklärung kann dazu beitragen, dass die Bevölkerung durch ihr Verhalten mithilft, die Verwundbarkeit des Energiesystems zu mildern und auf widrige Ereignisse wie ggf. doch noch großräumige Stromausfälle angemessen zu reagieren. Bislang trifft die überwiegende Mehrheit der Menschen (auch der Unternehmen und der Organisationen) keinerlei Vorsorge, um mögliche längere Stromausfälle überbrücken zu können.

Ziel von Information und Aufklärung ist es, die Eigenverantwortlichkeit der Bürgerinnen und Bürger zu stärken. Der Maßnahmentyp folgt damit dem Subsidiaritätsprinzip, dem zufolge soweit möglich das Individuum beziehungsweise die jeweils kleinste Einheit eines Gemeinwesens Angelegenheiten regeln sollte (siehe Konzept Selbsthilfe-Basis).**Das erfordert wiederum, die heute üblich gewordene Entmündigung der Bürger in eine Befähigung zur Selbsthilfe massiv umzusteuern und das dann mögliche Vertrauen in die damit herbeigeführte Resilienz als Grundlage des Zusammenlebens zu machen.**

5 Internationale Analysen

5.1 World Economic Forum – The Global Risks report 2015

The world has more to lose than ever before from massive failure of critical infrastructure. To improve efficiency and lower cost, various systems have been allowed to become hyper-dependent on one another. The failure of one weak link – whether from natural disaster, human error or terrorism – can create ripple effects across multiple systems and over wide geographical areas.

Large-scale power outages might be the most visible illustration. The initiating event in the August 2003 power failures in the United States occurred in Ohio but the worst consequences were felt by 55 million people in the north-eastern part of the United States and Canada. The July 2012 India blackout was the largest in history, affecting 670 million people, about 10% of the world population, and was partially triggered by high demand during a heat wave.

In many countries, infrastructure has not been maintained well enough to withstand the kinds of catastrophes that could spark such cascading effects. This is often the result of procrastination, the perception that the risk is so small that it is not worth considering or crowding out by other priorities, and the fact that investing in preparedness is rarely immediately rewarded in the electoral process. The challenge is financial, and incentives are misaligned. For example, in the United States, over 80% of infrastructure is owned or managed by private sector firms, which are not responsible for the negative externalities that failure of their part of the infrastructure could have elsewhere.1 To increase investment in infrastructure, a coordinated, global, long-term and multistakeholder approach is required. Upgrading infrastructure is essential, in recognition that resilient infrastructure has become the backbone of a competitive economy.[72]

5.2 The insurance implications of a cyber attack on the US power grid

Mit der Studie „The insurance implications of a cyber attack on the US power grid“[73] der amerikanischen Versicherungsgesellschaft Lloyd wurde das Szenario Blackout, welches durch einen Cyber-Angriff ausgelöste wurde, versicherungstechnisch untersucht und kommt zu folgenden Schlüssen:

- Surveys suggest that cyber is an under-insured risk: many more organisations believe that their existing insurance would respond in the event of cyber attack than is likely to be the case.
- Cyber attack is an intangible peril. Studies have revealed that victims often only become aware that they have been targeted months or even years after the event, and that the location of a cyber security breach on a network is often never determined.
- For insurers, responding to these challenges will demand innovative collaborations harnessing multidisciplinary expertise.

72 World Economic Forum (Hrsg.): Insight Report: Global Risks 2015; 10th Edition. Genf: World Economic Forum, 2015, unter URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_2015_Report15.pdf [11.02.15]

73 Unter URL: http://www.saurugg.net/2016/blog/stromversorgung/the-insurance-implications-of-a-cyber-attack-on-the-us-power-grid [28.02.17].

- The scenario predicts a rise in mortality rates as health and safety systems fail; a decline in trade as ports shut down; disruption to water supplies as electric pumps fail and chaos to transport networks as infrastructure collapses.
- While power is restored to some areas within 24 hours, other parts of the region remain without electricity for a number of weeks. The total impact to the US economy is estimated at $243bn, rising to more than $1trn in the most extreme version of the scenario.
- It aims to bring awareness to the potential physical damage caused by cyber attacks against Operational Technology (OT).
- Note that the economic impacts are non-linear with respect to the size and duration of the outage.
- The relationship between direct and indirect impacts concurs with the existing literature, which suggests indirect impacts are of much larger magnitude than direct impacts.
- A cyber attack of this severity is an unlikely occurrence, but we believe that it is representative of the type of extreme events that insurers should assess in order to understand potential exposures. One of the key features of cyber risk brought to life by the scenario is the broad reach of a major event: insurers should consider cyber attack to be a peril that could trigger a wide range of economic losses.

5.3 Global Claims Review 2015: Business Interruption In Focus

Der *Global Claims Review 2015: Business Interruption In Focus, Global trends and developments in business interruption claims* der Allianz Global Corporate & Specialty führt im Dezember 2015 zum Thema „Blackout“ an:[74]

While not an identifiable emerging risk in itself, the effects of interconnectivity are of growing concern, and play an important role in many risks now appearing on the horizon. For example, interconnectivity is a key component of cyber risk, major power blackouts, climate change, solar storms and pandemics, to name just a few perils.

Interconnectivity is also driven by a growing reliance on technology and increasingly integrated infrastructure. For example, in 2014 a steel mill in Germany was damaged in a cyber-attack.

Power infrastructure, for example, was once localized and isolated, but today, energy supply and distribution are far more integrated and span entire continents. As a result of increased interconnectivity, a solar storm or a cyber-attack on a power grid could result in country-wide blackouts lasting days, or potentially weeks, with a multitude of knock-on effects, explains Bruch.

Merger of physical and digital worlds raises potential security risks and will further increase complexity

More awareness of risks linked to increasing interconnectivity and interdependency, and how they can be managed, is needed

74 Unter URL: http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/Reports/AGCS-Global-Claims-Review-2015.pdf [28.02.17].

Integration and connectivity have many benefits such as driving innovation, efficiencies and better service. But they also come with risks, particularly if interconnectivity continues unabated, without consideration for the riskrelated consequences.

There needs to be more awareness and understanding of the risks linked to increased levels of interconnectivity and interdependency, and more consideration given as to how we manage them.

5.4 Smart Power Infrastructure Demonstration for Energy Reliability and Security (SPIDERS)

Das amerikanische Verteidigungsministerium (DoD) hat 2011 das Forschungsprojekt Smart Power Infrastructure Demonstration for Energy Reliability and Security (SPIDERS) in Auftrag gegeben. Damit sollte erforscht werden, wie die Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen / Logistikketten vor allem in Einsatzräumen reduziert werden kann. Zum anderen sollte die militärische Handlungsfähigkeit im Falle eines erfolgreichen (Cyber-)Angriffes auf die amerikanische Stromversorgung erhöht werden.[75]

"Military installations are almost completely dependent on a fragile and vulnerable commercial power grid, placing critical military and Homeland defense missions at unacceptable risk of extended outage."

Internet-based control and data acquisition are increasingly integrated into a growing number of infrastructures, which also opens up the exponential growth in the number and sophistication of cyber threats to industrial control systems.

It became apparent that the camp had insufficient generating capacity and insufficient fuel storage to withstand an extended outage. Highest level risk vectors were identified as follows: (…) Standby generators are generally designed for short operation periods; continuous operation is not intended and can result in generator failure. (…) Existing generators have fuel capacity for only a few hours and the camp does not have a large-capacity fuel storage system.

1. Existing generators were standby generators and had run-time design limitations. In some cases, the generators were very old and unreliable. Continuous operation for 5 days or more could not be assured.

75 Vgl. unter URL: http://www.saurugg.net/2016/blog/energiezellensystem/spiders [28.02.17].